REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme du master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Evaluation des activités biologiques et étude comparative des effets synergiques des extraits de plantes et de Nanoparticules d'argent synthétisés

Présenté par :

TOUBAL SEGHIR Souhila

BEZIOU yasmine

Soutenu publiquement le **25/06/2023** Devant le jury compose de :

Présidente	TCHAKER F/Z	MCB	Université de Médéa
Examinatrice	BERSALI S.	Doctorante	Université de Médéa
Encadrante	HOCEINI.A	MCB	Université de Médéa
Co-Encadrante	CHAOUATI.K	MAA	Université de Médéa

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements et Dédicaces

Remerciements

الله dieu 'merci pour nous avoir donné la santé, la volonté et le courage sans lesquels ce travail n'aurait pas été réalisé.

Nous souhaiterions tout d'abord remercier Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique ainsi que l'Université de Médéa qui nous ont offert l'opportunité d'effectuer ce travail de thème dans les meilleures conditions.

Nous tenons à exprimer notre gratitude aux membres du jury pour leur présence, pour leur lecture attentive de cette thèse ainsi pour les remarques qu'ils m'adresseront lors de cette soutenance.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de ***Mme HOCEINI Amina*** qui n'a jamais cessé de nous prodiguer conseils, et notre Co promotrice ***Mme CHAOUATI Karima*** on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel et pour sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

J'adresse aussi mes plus sincères remerciements à service microbiologie et physico-chimique de groupement Saidal Médéa ; on précise ***Ms Karim*** et ***Ms Fouad***, ***Mme Amina , Mme Selma et Mme Sarah,*** pour les aider et les guider et les ingénieures de laboratoires universitaire de chimie ***Mme Lamia*** , ***Mme Meriem et Mme Samah.***

A toute la promotion master II **2022-2023**.Option Microbiologie appliqué, Merci pour tous les bons moments que nous avons partagés.

Enfin, nous profitons l'occasion pour remercie du fond du cœur toute personnes qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci

Dédicace

Grâce à DIEU le TOUT PUISSANT ; qui m'a donné la capacité d'écrire, de réfléchir, et la patience d'aller jusqu'au bout de mon rêve.

Je dédie ce modeste travail :

Et toujours par la **Grâce de DIEU**, à qui je dois ma vie, ma réussite et le profond respect pour mon **cher père Khaled** à qui je dois ce que je suis devenu aujourd'hui et à ce que je serai demain ; je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir.

Ma mère, honorable, aimable, Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cesséde m'encourager et de prier pour moi.

A mon cher mari, à qui je tiens à le remercier pour son soutien tout au long de mes études.

A mon fils Nazim, pour sa douce compagnie tout au long de cette longue période

A ma chère sœur **Radhia** sans oublier ma sœur **Amira** et mon cher frère **Abderrahim.**

A mes chères **Isma, Nesrine**, & et mon cher **Yacine**

A mon beau-père Achour et ma belle-mère Fahzia, ainsi que mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A ma chère binôme **Yasmine**, qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce travail.

À toute ma promo, et à tous mes amis, que je ne manquerai pas de remercier et à tous les professeurs qui m'ont suivi pendant le Cursus Universitaire

T.Souhila

Dédicaces

A l'aide d'**« ALLAH »** le plus puissant, qui a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser mon projet de fin d'études que je le dédie :

A, Ma mère **Amel**, Le plus beau cadeau. Le symbole de la tendresse, du courage, de la responsabilité et de l''amour. Que DIEU le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A, Mon cher père **Badis**, école de mon enfance et berceau de ma culture. Qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les bonnes. je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir.

A mes chers frères, **Noufel** et **Yacine** qui m'ont toujours soutenus et encouragés.

A mon cher mari **Sofiane** Tu m'as toujours encouragé, à faire de mon mieux, ton soutien m'a permis de réaliser le rêve tant attendu.

A ma petite princesse **Amira** pour sa présence tout au long de ce travail

Ma belle-famille et tous qui me connaisse de près ou de loin.

A ma accompagnante de ce chemin **Souhila** , qui a partagé les meilleurs et les pires moments

B. Yasmine

Résumés

Résumé :

Notre travail vise à étudier les activités biologiques de certaines plantes médicinales, en évaluant leur activité antimicrobienne, anti oxydante et leur teneur en composés phénoliques, flavonoïdes, tanins et saponines. Nous avons choisi les plantes médicinales suivantes *: Erica arborea, Pistacia terebinthus et Tamarix tetrandra* de la wilaya de Médéa.

La première étape de notre étude consiste à extraire les composés des feuilles et des tiges de ces plantes, en utilisant à la fois l'extraction éthanolique et l'extraction aqueuse.

La deuxième partie de notre recherche consiste à réaliser une étude phytochimique en quantifiant les polyphénols totaux, les flavonoïdes, les tanins condensés et les saponines présents dans tous les extraits éthanoliques et aqueux des plantes étudiées. Pour ce faire, nous avons utilisé le réactif Folin-Ciocalteu pour quantifier les polyphénols totaux, et le trichlorure d'aluminium pour quantifier les flavonoïdes. Les résultats ont révélé la richesse de ces composés dans les extraits.

Dans la troisième partie de notre recherche, nous avons évalué l'activité anti oxydante des extraits éthanoliques et aqueux des plantes médicinales étudiées en utilisant la méthode du piégeage du radical libre DPPH. Les résultats obtenus ont confirmé la capacité élevée des extraits à dégrader le radical libre de DPPH. Les extraits aqueux des feuilles d'*Erica arborea* puis les extraits éthanoliques des tiges de *Pistacia terebinthus* et des feuilles de *Pistacia terebinthus* ont présenté un fort pouvoir antioxydant, avec des IC50 de 0.041, 0,05 et 0,13 mg/ml respectivement. Les extraits éthanoliques des feuilles de *Tamarix tetrandra* et des tiges de *Tamarix tetrandra* ont également montré un pouvoir antioxydant considérable, avec des IC50 de 0,068 et 0,119 mg/ml respectivement.

De plus, nous avons caractérisé les nanoparticules d'argent dérivées de ces trois plantes pour déterminer leur taille, leur forme, leur stabilité et leur activité, en utilisant des techniques telles que la spectroscopie UV-visible, la microscopie électronique à balayage (MEB) et la diffraction des rayons X. Les extraits et les nanoparticules d'argent ont démontré une activité antimicrobienne contre certaines souches

bactériennes, notamment *Echerichia coli, Staphylococcus aureus et Salmonella typhimurium.* Cette activité a été renforcée lorsqu'elle était combinée avec un extrait de plante.

Enfin, nous avons évalué in vitro l'activité antibactérienne et antifongique de tous les extraits éthanoliques et aqueux de nos plantes médicinales, ainsi que de leurs effets synergiques et leurs combinaisons avec les nanoparticules, contre sept souches microbiennes en utilisant la méthode de diffusion sur disque.

Mots clé : Activité biologiques, antibactérienne, antifongique, *Erica arborea, Pistacia terebinthus, Tamarix tetrandra,* anti oxydante, DPPH, IC50.

Abstract :

The aim of our work is to study the biological activities of certain medicinal plants, assessing their antimicrobial and antioxidant activity, and their content of phenolic compounds, flavonoids, tannins and saponins. We selected the following medicinal plants: *Erica arborea, Pistacia terebinthus and Tamarix tetrandra* from the wilaya of Médéa.

The first stage of our study consists in extracting the compounds from the leaves and stems of these plants, using both ethanolic and aqueous extraction.

The second part of our research consists in carrying out a phytochemical study, quantifying the total polyphenols, flavonoids, condensed tannins and saponins present in all the ethanolic and aqueous extracts of the plants studied. We used the Folin-Ciocalteu reagent to quantify total polyphenols, and aluminum trichloride to quantify flavonoids. The results revealed the richness of these compounds in the extracts.

In the third part of our research, we assessed the anti-oxidant activity of ethanolic and aqueous extracts of the medicinal plants studied, using the DPPH free radical scavenging method. The results confirmed the high capacity of the extracts to degrade the DPPH free radical. Aqueous extracts of *Erica arborea* leaves followed by ethanolic extracts of *Pistacia terebinthus* stems and *Pistacia terebinthus* leaves showed high antioxidant power, with IC50s of 0.041, 0.05 and 0.13 mg/ml respectively. Ethanolic extracts of *Tamarix tetrandra* leaves and stems also showed considerable antioxidant power, with IC50s of 0.068 and 0.119 mg/ml respectively.

In addition, we characterized silver nanoparticles derived from these three plants to determine their size, shape, stability and activity, using techniques such as UV-visible spectroscopy, scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction. Silver extracts and nanoparticles demonstrated antimicrobial activity against certain bacterial strains, including *Echerichia coli, Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhimurium*. This activity was enhanced when combined with a plant extract.

Finally, we evaluated in vitro the antibacterial and antifungal activity of all ethanolic and aqueous extracts of our medicinal plants, as well as their combinations with nanoparticles, against seven microbial strains using the disk diffusion method.

Key words; Biological activity, antibacterial, antifungal, Erica arborea, Pistacia terebinthus, Tamarix tetrandra, anti-oxidant, DPPH, IC50.

الملخص :

الهدف من عملنا هو دراسة الأنشطة البيولوجية لبعض النباتات الطبية، وتقييم نشاطها المضاد للميكروبات والمضاد للأكسدة، ومحتواها من المركبات الفينولية والفلافونويدات والتانينات والصابونين. قمنا باختيار النباتات الطبية التالية*Erica arborea* :، *Pistacia terebinthus* و*Tamarix tetrandra* من ولاية المدية.

المرحلة الأولى من دراستنا تتمثل في استخلاص المركبات من الأوراق والسيقان لهذه النباتات، باستخدام استخلاص إيثانولي ومائي.

الجزء الثاني من بحثنا يتمثل في إجراء دراسة فيتوكيميائية، وذلك بتحديد نسبة الفينولات الكلية والفلافونويدات والتانينات المكثفة والصابونين في جميع المستخلصات الإيثانولية والمائية للنباتات المدروسة. استخدمنا مادة فولين-سيوكالتو لتحديد الفينولات الكلية، وثلاثي كلوريد الألومنيوم لتحديد الفلافونويدات. أظهرت النتائج غنى هذه المركبات في المستخلصات.

في الجزء الثالث من بحوثنا، قمنا بتقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات الإيثانولية والمائية للنباتات الطبية المدروسة، باستخدام طريقة اصطياد الجذور الحرة .DPPH أكدت النتائج القدرة العالية للمستخلصات على تحلل جذور DPPH الحرة. أظهرت المستخلصات المائية لأوراق *Erica arborea* ثم المستخلصات الإيثانولية لسيقان *Pistacia terebinthus*وأوراقها قوة مضادة للأكسدة عالية، بقيم IC50 تبلغ 0.041 و 0.05 و 0.13 ملغ/مل على التوالي. كما أظهرت المستخلصات الإيثانولية لأوراق وسيقان Tamarix tetrandra قوة مضادة للأكسدة ملحوظة أيضًا، بقيم IC50 تبلغ 0.068 و 0.119 ملغ/مل على التوالي.

بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتوصيف جسيمات الفضة المستمدة من هذه النباتات الثلاث لتحديد حجمها وشكلها واستقراريتها ونشاطها، باستخدام تقنيات مثل الطيف المرئي فوق البنفسجي، والمجهر الإلكتروني الماسح (SEM) وتفشي الأشعة السينية. أظهرت المستخلصات وجسيمات الفضة نشاطًا مضادًا للميكروبات ضد بعض سلالات البكتيريا، بما في ذلك *Echerichia coli* و *Staphylococcus aureus* و .*Salmonella typhimurium* تم تعزيز هذا النشاط عند استخدامه مع مستخلص النبات.

أخيرًا، قمنا بتقييم النشاط المضاد للبكتيريا والفطريات لجميع المستخلصات الإيثانولية والمائية لنباتاتنا الطبية، بالإضافة إلى تراكيبها مع جسيمات النانو فضة، ضد سبعة سلالات ميكروبية باستخدام طريقة انتشار الأقراص.

الكلمات المفتاحية : الانشطة البيولوجية, المضاد للبكتيريا, المضاد للفطريات, المضاد للأكسدة IC50, *Erica arborea, Pistacia terebinthus,Tamarix tetrandra* **DPPH ,**

Liste Des Abréviations

% : pourcentage

Abs : Absorption

AgnPs.E : Nanoparticules d'argent d'*Erica,arborea*

AgNPs.P : Nanoparticules d'argent de *Pistacia,terebinthus*

AgNPs.T : Nanoparticules d'argent de *Tamarix,tetrandra*

ALCL3 : Le chlorure d'aluminium

D.O : Densité optique

DMSO : Diméthylsulfoxyde

DPPH : 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

EA : Extrait aqueux

ED : Eau distillé

EE : Extrait éthanolique

FeSO4 : Le sulfate de fer(II)

H : heure

HCl : Acide chlorhydrique

IC50 : Concentration inhibitrice 50%

Mg : milligramme

MH : Milieu muller hinton

Mnt : minutes

NA2CO3 : Nitrate d'argent

Nm : Nanomètre

OMS : Organisation mondiale de la santé

PBPV : Poids de boite de pétrie vide

R : Rendement

TPTZ : 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine

UFC : unité formant colonie

Ul : Microlitre

UV : Ultra-violet

Liste des Tableaux et figures

Figures :

Figure 1 :*Structure chimique générale des flavonoïdes (**Kumar et Pandey., 2013).* _____ *33*

Figure 2:*unité structurelle de base des tanins **(Garrido et Borges, 2013).*_____ *33*

Figure 3: *Arbuste d'Erica arborea **(originale.2023)*** _____ *35*

Figure 4: *feuille d'Erica Arborea* _____ *35*

Figure 5: *feuille d'Erica Arborea **(originale.2023)*** _____ *35*

Figure 6 : *Répartition mondiale des Ericaceae **(Stevens., 2001)*** _____ *37*

Figure 7 : *L'arbre de pistacia terebinthus (originale.2023).*_____ *40*

Figure 8: *feuille de pisacia terebinthus **(originale.2023)*** _____ *41*

Figure 9: *Distribution de Pistacia terebinthus dans le bassin méditerranéen **(AL-Saghir, 2006).*** _____ *44*

Figure 10: *Arbuste de Tamarix tetrandra **(originale 2023)*** _____ *45*

Figure 11*:les feuilles de tamarix tetrandra **(originale 2023)*** _____ *47*

Figure 12: *Carte L'aire d'origine de répartition du genre Tamarix tetrandra selon **(NELROY., 1996).***
_____ *49*

Figure 13: *l'échelle nanométrique **(Belfennache., 2010).*** _____ *64*

Figure 14: *les trois principales formes de nano-objet **(ISO/TS 80004-2 :2015).*** _____ *67*

Figure 15*: représente les deux approches de synthèse de nanoparticules d'argent **(Madhumitha et Roopan., 2013).*** _____ *70*

Figure 16:*synthèse verte des nanoparticules à partir d'extrait de plante **(Shah et al., 2015).*** _____ *71*

Figure 17*: Erica Arborea* _____ *80*

Figure 18: *Pistacia terebinthus*_____ *80*

Figure 19*: Tamarix tetrandra* _____ *81*

Figure 20: *La préparation de matériel végétal* _____ *82*

Figure 21:*la préparation de l'extrait* _____ *84*

Figure 22: *la filtration de l'extrait* _____ *84*

Figure 23*: la séparation de solvant* _____ *84*

Figure 24: *le séchage de l'extrait dans l'étuve* _____ *84*

Figure 25 :*les polyphénols totaux*_____ *86*

Figure 26*: Flavonoides totaux* _____ *87*

Figure 27: *Tanins condensé* _____ *88*

Figure 28: *test de saponine*_____ *88*

Figure 29: *Mécanisme réactionnel du test DPPH* _____ *89*

Figure 30*: Activité anti oxydante de plantes étudiée* _____ *91*

Figure 31: *les étapes de la synthèse verte des Nanoparticules d 'argent* _____ *93*

Figure 32: *Les dilutions des extraits des plantes et les nanoparticules d'argents **(original 2023)*** _____ *95*

Figure 33: *schéma récapitulatif de l'activité antimicrobienne* _____ *98*

Figure 34*: Les pourcentages des rendements de différentes plantes*_____ *101*

Figure 35: *Teneurs en composés phénolique totaux d'Erica arborea, Pistacia terebinthus et Tamarix tetrandra.* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 36: *Teneurs en flavonoides d'Erica arbore , Pistacia terebinthus et Tamarix tetrandra.__* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 37: *la mousse des saponines dans Erica arborea, Pistacia terebinthus, Tamarix tetrandra.* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 38*: graphe de l'activité anti oxydante de l'extrait aqueux des feuilles d'E.arborea.****Erreur ! Signet non défini.***

Figure 39*: graphe de l'activité anti oxydante de l'extrait éthanolique des feuilles d' E.arborea._* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 40: *graphe de l'activité anti oxydante de l'extrait aqueux des tiges de E.arborea.****Erreur ! Signet non défini.***

Figure 41*: graphe de l'activité anti oxydante de l'extrait éthanolique des tiges d' E.arborea.___* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 42*:graphe de l'activité antioxydante d'extrait éthanolique des feuilles de P.terebinthus _* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 43: *graphe de l'activité antioxydante d'extrait aqueux des feuilles de P.terebinthus. ____* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 44: *graphe de l'activité antioxydante d'extraits éthanolique des tiges de P.terebinthus __* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 45: *graphe de l'activité antioxydante d'extrait aqueux des tiges de P.terebinthus****Erreur ! Signet non défini.***

Figure 46*: graphe de l'activité antioxydante d'extrait éthanolique des feuilles de T.tetrandra. __* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 47: *graphe de l'activité anti oxydante d'extrait aqueux des feuilles de T.tetrandra****Erreur ! Signet non défini.***

Figure 48: *graphe de l'activité antioxydante d'extrait éthanolique des tiges de T.tetrandra. ____* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 49: *graphe de l'activité antioxydante d'extrait aqueux des tiges de T.tetrandra.****Erreur ! Signet non défini.***

Figure 50*: Infrarouge de Erica arborea. _____* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 51: *Infrarouge de Pistacia terebinthus. _____ 107*

Figure 52: *Infrarouge De Tamarix tetrandra. _____* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 53: *Aspect des zones d'inhibition de Gentamicine vis-à-vis les souches bactériennes ____* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 54 :*Histogramme représent des diamétre des zones d'inhibition des Feuilles d'Erica arborea* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 55 *:Histogramme représent des Diamétres de zone des zones d'inhibition des Tiges d'Erica arborea* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 56 : *Histogramme représent des Diamétre des zones d'inhibition des Feuilles de Pistacia terebintuhs* _____ *109*

Figure 57 : *Histogramme représent des Diamétres des zones d'inhibitons des Tiges de Pistacia terebintus* _____ *110*

Figure 58 *: Histogramme représente des Diamètre des zones d'inhibition des Feuilles de Tamarix tetrandra* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 59 : *Histogramme représente des Diamétres des zones d'inhibition des Tiges de Tamarix tetrandra* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 60 : *Association des extraits de pistacia terebinthus exprimée par les diamètres des Zones en mm.* _____ *111*

Figure 61 : *Association des extrais de Tamarix tetrandra exprimés par les Diamétres de zones en (mm)* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 62 :*Histogramme de l'effet synergique exprimer par diamétre des zones d'inhibition (mm)* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 63 : *Histogramme de l'effet synergique exprimer par diamétre des zone d'inhibition (mm)* ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 64: *Histogramme de l'effets synergique exprimé par diamètre des zones d'inhibition (mm).* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 65 : *histogramme représente l'activitée microbienne d'AgnPs E.arborea et l'effets synergique avec l'Extrait.* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 66 : *histogramme représente l'activitée microbienne d'AgnPs de T.tetrandra et l'effets synergique avec l'Extrait* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 67 : *histogramme représente l'activitée microbienne d'AgnPs de P .terebinthus et l'effets synergique avec l'Extrait.*_____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 68: *Station Beni-Salmen* _____ *122*

Figure 69*: Station Sidi-Rabah* _____ *122*

Figure 70: *Station Oued-cheffa*_____ *122*

Figure 71: *la courbe d'étalonage d'acide ascorbique* _____ ***Erreur ! Signet non défini.***

Figure 72*: La courbe d'étalonage d'acide gallique* _____ *121*

tableaux :

Tableau 1 : *classification de l'espèce E.arborea* ***(Fatima et al., 2017).*** _____ *35*

Tableau 2:*Usage traditionnel et propriétés thérapeutiques et pharmaceutiques.* ____ *38*

Tableau 3: *Sur le plan systématique, le térébinthe est classé comme* ***(Embreger., 1960 ; Spechiger et al., 2000).*** _____ *42*

Tableau 4: *classification de Tamarix tetrandra selon* ***(Kostić et al., 2022).*** _____ *48*

Tableau 5: *l'usage des espèces de Tamarix dans la médecine traditionnelle marocaine selon* ***(El Rahffari., et Zaid ., 2004).*** _____ *50*

Tableau 6: *L'activité antimicrobien et l'activité antioxydant de Erica arborea/ Pistacia terebinthus/Tamarix tetrandra selon d'autre auteurs.* _____ *61*

Tableau 7*: domaine d'application de nano technologie*_____ *65*

Tableau 8*: le matériel du laboratoire utilisé dans la partie pratique*_____ *79*

Tableau 9: *les produits utilisé au long de ce travail*_____ *80*

Tableau 10: *les références des souches utilisées* _____ *96*

Tableau 11: *Résultats des rendements des extraits des plantes étudiées****Erreur ! Signet non défini.***

Tableau 12: *Les résultats ont été évalués comme suit : (+++) : Fortement positif ; (++) : Moyennement positif ; (-) : Négatif.* _____***Erreur ! Signet non défini.***

Tableau 13: *L'IC50 de test DPPH pour nos extraits* _____ *105*

Tableau 14: *résultat d'antibiogramme sur les souches bactériennes et fongiques* _____***Erreur ! Signet non défini.***

Table des matières

REMERCIEMENTS ET DEDICACES **1**

RESUMES **5**

LISTE DES ABREVIATIONS **11**

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES **13**

TABLE DES MATIERES **17**

INTRODUCTION **24**

PREMIERE PARTIE : RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE **28**

CHAPITRE I : LES PLANTES MEDICINALES **29**

I. INTRODUCTION : 30

II. LES PLANTES MEDICINALES : 30

1. II. Définition : *30*

2.II. L'importance des plantes médicinales : *31*

3.II Composants des plantes médicinales : *31*

1.3. II. Polyphénols : 31

A. Flavonoïdes : 32

B. Les tanins : 33

4.II. généralités sur les plantes étudiées : *34*

1.4.II. La famille des ericaceae : 34

A. présentation d'Erica arborea : 34

B. Description botanique : 35

D. Habitat et répétition géographique : 36

E. Composition chimique : 37

F. Effet thérapeutique : 37

2.4.II. la familles des Anacardiaceae: 39

A. présentation de *pistacia terebinthus* : 40

B. Description botanique : 40

C. Classification taxonomique : 42

D. Habitat et répartition géographique : 43

E. Composition chimique : 44

F. Effet thérapeutique : 44

3.4.II. Famille de Tamaricaceae : 45
A.Présentation de *Tamarix tetrandra* : 45
B. Description botanique :.....46
C. La classification taxonomique : 47
D. Habitat et répartition géographique :.....48
E. Effet thérapeutique : 50
DEUXIEME CHAPITRE : LES ACTIVITES BIOLOGIQUE 52
I.ACTIVITE ANTIOXYDANT : 53
1.I.Généralité : *53*
2.I. Définition : *53*
3.I. Les radicaux Libres : *53*
4.I. Stress oxydant : *54*
II. ACTIVITE ANTIBACTERIENNE : 54
1.II. Quelques bactéries pathogènes ciblées :.....*54*
1.1.II *Escherichia coli* :.....54
A. définition.....54
B. Pouvoir pathogène :.....55
2.1.II. *Staphylococcus aureus* :.....55
A. Définition :.....55
B. Pouvoir pathogène :.....55
3.1.II. Staphylococcus épidermidis :.....56
A. Définition :.....56
B. Pouvoir pathogène :.....56
4.1.II.*Salmonella Typhimurium* :.....57
A. Définition :.....57
B. Pouvoir pathogène :.....57
5.1.II. *Bacillus subtilis* : 57
A. Définition :.....57
B. Pouvoir pathogène :.....58
III. ACTIVITE ANTIFONGIQUE : 58
1.III. Quelque champignons ciblés :.....*58*
1.1.III.*Candida albicans* : 58
A. Définition :.....58

B. Pouvoir pathogène :.....59
2.1.III. *Saccharomyces cerevisiae* :.....59
A. Définition :.....59
IV. L'EFFET SYNERGIQUE :.....60
1.IV. Définition :.....*60*
V. PHARMACOLOGIE DES PLANTES ETUDIE :.....60
TROISIEME CHAPITRE : GENERALITE SUR LES NANOPARTICULES 63
I. LA NANOTECHNOLOGIE :.....64
1.I. Domaine d'application de nano technologie :.....*65*
II. NANOMATERIAUX :.....66
III. LES NANO-OBJETS :.....66
IV. DEFINITION NANOPARTICULES :.....67
1.IV. L'origine des nanoparticules :.....*68*
1.1.IV. Les nanoparticules naturelles :.....68
2.1.IV. Les nanoparticules artificielles (industrielles ou manufacturées) :.....68
3.1.IV. Les nanoparticules accidentelles.....68
2.IV. Les différents types des nanoparticules :.....*68*
1.2.IV. Les nanoparticules à base d'argent :.....68
2.2.IV. Propriété physique et chimiques des nanoparticules d'argent :.....69
3.2.IV. Méthode de synthèse de nano particule d'argent :.....69
A. L'approche descendante, ou top down :.....69
B. L'approche ascendante, ou bottom up : (méthodes chimiques).....69
V. SYNTHESE BIOLOGIQUE DE NANOPARTICULES D'ARGENT :.....70
1.V. Définition :.....*70*
2.V. Avantage de la méthode biologique :.....*71*
3.V. Mécanisme de formation de nanoparticules d'argent :.....*71*
1.3.V. Nucléation :.....72
2.3.V. La croissance :.....72
3.3.V. Le murissement :.....72
VI. CARACTERISATION DES NANOPARTICULES :.....72
1.VI. Spectroscopie UV-Visible :.....*73*
2.VI. La spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) :.....*73*
3.VI. La microscopie électronique à balayage (MEB) :.....*73*

4.VI. Diffraction des rayons X (DRX) : *73*
VII. LES ACTIVITES BIOLOGIQUE DE NPS : 74
IIX. EFFETS NEFASTES DE L'ARGENT SUR L'HOMME : 74
LA DEUXIEME PARTIE : LA PARTIE EXPERIMENTALE 76
PREMIER CHAPITRE : MATERIELS ET METHODES 77
I. OBJECTIFS D'ETUDES : 78
II. MATERIEL: 79
1.II Matériel du laboratoire: *79*
2.II. Produits: *80*
3.II. Matériel végétal: *80*
III. METHODES : 81
1.III. Période et lieu d'étude : *81*
2.III. La récolte des plantes: *81*
3.III. Préparation du matériel végétal : *81*
IV. PROCEDES D'EXTRACTION: 82
1.IV. Préparation des extraits aqueux: *82*
2.IV. Macération dans l'éthanol 70%: *83*
3.IV.Rendement d'extraction : *85*
V. DOSAGE DES COMPOSES PHENOLIQUES: 85
1.V. Dosage des poly phénols totaux: *85*
1.1.V. Principe : 85
2.1.V. Mode opératoire : 85
2.V. Dosage des flavonoïdes totaux: *86*
1.2.V. Principe : 86
2.2.V. Mode opératoire : 86
3.V. Dosage des tanins condensés: *87*
1.3.V. Principe : 87
2.3.V. Mode opératoire : 87
4.V. Dosage des saponines: *88*
VI. DETERMINATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTS : 89
1.VI. Préparation des échantillons d'acide ascorbique *89*
1.1.VI. Principe : 89

2.1.VI. Mode opératoire :.....89
2.VI. Estimation du pouvoir anti radicalaire (DPPH•).....89
1.2.VI. Principe :.....89
2.2.VI. Mode opératoire :.....90
A. Préparation de la solution du DPPH :.....90
B. Préparation des échantillons :.....90
3.VII. Expression des résultats :.....90
4.VII. L'IC50 (concentration inhibitrice à 50 %) :.....91
VII. BIOSYNTHESE DES NANPPARTICULES D'ARGENT :.....91
1.VII. La caractérisation des nanoparticules d'argent:.....93
IIX. ÉVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIMICROBIENNE DES EXTRAITS ET DES NANOPARTICULES D'ARGENT ET LEUR EFFET SYNERGIQUE:.....94
1.IIX. Préparation des extraits.....94
2.IIX. Les souches utilisé:.....96
3.IIX. Préparation de l'inoculum:.....96
4.IIX. L'aromatogramme:.....96
1.4.IIX. Mode opératoire:.....97
A. La méthode en milieu gélosé :.....97
2.4.IIX. La lecture :.....97
DEUXIEME CHAPITRE : RESULTATS ET DISCUSSION.....100
I. RENDEMENT DES EXTRAITS :.....101
1.I. Discussion :.....101
II. ETUDE PHYTOCHIMIQUE :.....102
1.II.Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes :.....102
1.1.II. La teneur des Polyphénols :.....102
2.1.II. La teneur des flavonoïdes :.....103
3.1.II. La teneur de Tanins condensé :.....103
4.1.II. La teneur de Saponine :.....104
*2.II. Interprétation des résultats :.....**Erreur ! Signet non défini.***
III. LES ACTIVITES BIOLOGIQUES :.....105
1.III. L'activité anti-oxydante in vitro (Piégeage du radical libre DPPH) :.....105
IV. CARACTERISATION DES NANOPARTICULES D'ARGENT :.....106
1.IV. Spectroscopie d'absorption UV –Vis :.....106

2.IV. Caractérisation par spectroscopique infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) : *107*

V. L'ACTIVITE ANTIBACTERIENNE ET ANTIFONGIQUE : 108

1.V. Antibiogramme : *109*

2.V. L'inhibition de la croissance bactérienne : *109*

3.V.effets synergique : ..... ***Erreur ! Signet non défini.***

1.3.V.Associations des extraits de *pistacia terebinthus* (Tiges /Feuilles) 111

2.3.V. Associations des extrait *d'erica arborea* (Tiges/Feuilles) 112

3.3.V. Association des extrait de *Tamarix tetrandra*. **Erreur ! Signet non défini.**

4.3.V. Association de Pistacia terebinthus avec Erica arborea :**Erreur ! Signet non défini.**

5.3.V. Association de pistacia terebinthus avec Tamarix tetrandra :..... **Erreur ! Signet non défini.**

6.3.V. Association de Tamarix tetrandra avec Erica arborea :**Erreur ! Signet non défini.**

4.V. Activitée antilicrobienne des nano particules d'argent : *112*

1.4.V. AgnPs Erica arborea / effet synergique : ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.4.V. AgnPs Tamarix tetrandra/effet synergique :... **Erreur ! Signet non défini.**

3.4.V. AgnPs Pistacia terebinthus /effets synergique :**Erreur ! Signet non défini.**

5.V. Discussion : ..... ***Erreur ! Signet non défini.***

CONCLUSION..... 113

ANNEXES 118

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE..... 124

Introduction

La médecine traditionnelle est la connaissance , les compétences et les pratiques fondées sur la théorie , les croyances et les expériences indigènes de différentes cultures , utilisées dans le maintien de la santé et dans la prévention , le diagnostic , l' amélioration ou le traitement des maladies physiques et mentales **(Rehman et al., 2016),** Dans le monde, les plantes ont toujours été utilisées comme médicaments. Ces derniers à base de plantes sont considérés comme peu toxiques et doux par rapport aux médicaments pharmaceutiques **(Dibon et al., 2011).**

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) définit les médicaments à base des plantes comme tout médicament étiqueté, dont les substances actives sont exclusivement une ou plusieurs substances végétales ou préparations à base des plantes **(*Bouzabata.,* 2017),** Selon l'OMS, dans certains pays en voie de développement d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine, 80% de la population dépend de la médecine traditionnelle surtout en milieu rural du fait de la proximité et de l'accessibilité de ce type de soins au coût abordable et surtout en raison du manque d'accès à la médecine moderne de ces populations **(*Rehman et al.,* 2016).**

En Algérie comme dans les autres pays en voie de développement, les maladies infectieuses et parasitaires constituent un problème de santé publique à cause de leur fréquence et de leur gravité, il est indispensable de rechercher de nouvelles substances antimicrobiennes efficaces et à large spectre d'action. Une des stratégies pour cette recherche consiste d'explorer les plantes utilisées en médecine traditionnelle **(*Basli et al.,* 2012)** , cette médication, par les plantes, connaît un regain d'intérêt notable, et c'est grâce aux études scientifiques basées sur les méthodes analytiques et les expérimentations nouvelles, que le monde médical découvre de plus en plus, le bien fondé des prescriptions empiriques des plantes médicinales **(*Lahsissène & al.,* 2009),** Il est largement reconnu que les communautés nomades en Algérie possèdent une richesse de connaissances et d'expérience considérable dans l'utilisation des plantes médicinales. On estime qu'environ 230 000 nomades vivent en Algérie **(*Miara et al.,* 2018).**

Depuis toujours, les plantes médicinales ont occupé une position essentielle parmi les ressources thérapeutiques de l'humanité. Elles représentent une précieuse source de molécules bioactives qui sont souvent classées parmi les métabolites secondaires. **(*Haddouchi et al.,* 2014).**

Les métabolites secondaires continuent d'être largement étudiés à la fois in vivo et in vitro, en particulier dans la recherche de nombreux constituants naturels, tels que les composés polyphénols,les flavonoides et les saponosides. Ces recherches visent à mieux comprendre la composition chimique des plantes médicinales et à identifier les composés spécifiques responsables de leurs propriétés thérapeutiques **(*Mohammedi., 2006).***

Nous souhaitons valoriser les espèces végétales algériennes en nous concentrant sur trois plantes : Erica arborea, Pistacia terebinthus et *Tamarix tetrandra*. Ces plantes sont abondamment présentes à Médea et sont largement utilisées dans la médecine traditionnelle, Les constituants présents dans ces plantes offrent un potentiel pour le traitement de diverses affections inflammatoires, telles que l'eczéma, la diarrhée, les infections de la gorge, et les maux d'estomac. Ils peuvent également être utilisés comme agents antimicrobiens et antiviraux. De plus, ces plantes ont des propriétés cicatrisantes qui en font des candidats prometteurs pour la guérison des brûlures et des blessures **(*Baytop*.,1999. *Foddai et al.,*2015. *El Rahffari et Zaid*, 2004).**

Notre travail repose sur l'évaluation des activités biologiques des trois plantes *Erica arborea, Pistacia therebinthus et Tamarix tetarndra* et l'évaluation des effets synergiques des mélanges de ces plantes contre des souches tests ainsi que l'étude de l'activité antimicrobienne des nanoparticules synthétisés à base de ces plantes

Le travail est reparti en deux volets :

Le premier volet est consacré à l'étude bibliographique en se basant sur les données générales sur les plantes étudiées, les généralités sur les différentes phénomènes traités (effet antimicrobien, effet antioxydant et effet synergique). Ainsi que la synthèse verte des nanoparticules d'argent à partir des extraits de ces plantes.

Le second volet est réservé à l'étude expérimentale comprenant les parties suivantes :

- Une partie consacrée au matériel de laboratoire et aux produits chimiques utilisés pour la réalisation de ce travail.

• La récolte et l'identification des espèces végétales d'intérêt l'extraction des principes actifs jusqu'à obtention des extraits secs.

• L'évaluation de la teneur en polyphénols totaux, flavonoïdes, tanins condensé, et saponine dans les extraits obtenus.

• L'évaluation de l'activité antioxydants des extraits éthanoliques et aqueux de chaque plante selon la méthode du piégeage du radical libre DPPH et le teste de réduction du fer (FRAP)

• L'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits aqueux et éthanolique vis-à-vis cinque souches bactériennes et deux souches fongiques (Staphylococcus aureus , Staphylococcus épidermidus , Salmonella typhimurium , Bacillus subtils , Escherichia coli , Candida albicans , Saccharomyces Cerevisiae), l' étude comparative des effets synergiques entre les mélanges des extraits de différentes plantes d'une part, et les mélanges des extraits de différents organes de la même plantes d'autre part , ainsi que l'évaluation de l'activité antimicrobienne des nanoparticules synthétisés.

• Une partie qui résume les résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, nous concluons sur les principaux résultats significatifs marquants au cours de ce travail de mémoire et nous proposons des perspectives mises en relief afin de résumer l'originalité et l'intérêt du travail effectué

Première partie : rappel bibliographique

Chapitre I : Les plantes médicinales

I. Introduction :

Le mot phytothérapie provient deux mots (phyton = végétal et Therapein = soigner) qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes » **(*Boussaid et al.*, 2014).**

La définition de la phytothérapie est l'utilisation des plantes ou d'extraits des plantes à des fins médicinales, peut donc se définir comme étant une discipline allopathique destinée à prévenir et à traiter certains troubles fonctionnels et/ou certains états pathologiques au moyen de plantes, des parties de plantes ou des préparations à base de plantes **(*Jang et al.*, 2008),** et Quand les professionnels de santé aident les patients à choisir des phytothérapies parmi les marché, il est important d'être conscient que l'ingrédient actif et le constituant marqueur d'un agent phyto thérapeutique ne sont pas toujours le même produit chimique **(*Falzon et Balabanova*., 2017).**

L'intérêt pour la phytothérapie se développe dans les pays asiatiques et occidentaux pour son utilisation dans la prévention et la gestion des maladies, amélioration de la santé générale et antivieillissement ***(Kim.,* 2012).**

Alors que la pharmacologie moderne a commencé par l'étude des plantes médicinales traditionnelles, puis a étudié molécules individuelles et extraits standardisés, la pharmacognosie moderne se concentre sur l'amélioration de la recherche et la découverte de nouvelles propriétés d'un nombre de plus en plus important de plantes médicinales **(*Colalto.,* 2018).**

II. Les plantes médicinales :

1. II. Définition :

Les plantes médicinales symbolisent une source importante de composés bioactifs capables d'aider directement dans la prise en charge des envenimations ophidiennes, ou à terme y, en complément du sérum conventionnel thérapie **(*Upasani et al*., 2017),** de plantes sont très connues pour leurs grandes potentialités métaboliques de substances dites secondaires , Ces composés sont synthétisés dans les différentes parties de la plante (racines, tige, feuilles…). Quelles que soient les parties et les formes sous lesquelles elles sont métabolisées, ces substances sont extrêmement complexes du point de vue structure et composition chimique. Toutefois, leur métabolisme produit des milliers de constituants différents, dont quelques-uns seulement sont responsables de

l'effet thérapeutique **(*Basli et al .,* 2012)** ainsi, les extraits de plantes deviennent un substitut de choix soit seuls lorsque les antisérums ne sont pas disponibles urgence.

2.II. L'importance des plantes médicinales :

L'intérêt pour les plantes médicinales pour la santé humaine et vétérinaire a été alimenté par les innombrables effets secondaires et la hausse des coûts des médicaments sur ordonnance **(*Hoareau et Da-Silva.,* 1999),** ceci repose d'une part sur la simple croyance que tous ce qui est naturel est bénéfique et sans effets secondaires, et d'autre part l'usage perpétuel de ces plantes médicinales dans le cadres de la médecine traditionnelle **(*Nasri et al., 2013; Chanda et al., 2015*).**

Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement **(*Kouider et al.*, 2019),** on les utilise en médecine classique qu'en phytothérapie ; elles présentent , en effet des avantages dont les médicaments sont dépourvus , il y a eu donc un réveil vers un intérêt progressif dans l'utilisation des plantes médicinales parce que les herbes fines guérissent sans effet secondaire défavorable **(*Bruneton.*, 1999).**

3.II Composants des plantes médicinales :

1.3. II. Polyphénols :

Les polyphénols sont des molécules synthétisées par les végétaux lors du métabolisme secondaire pour se défendre contre les agressions environnementales **(*Dangles et al.,* 1992),** jouent un rôle important dans plusieurs processus physiologiques pour améliorer la tolérance et l'adaptabilité des plantes dans des conditions sous-optimales, en particulier, un grand nombre de métabolites secondaires ayant des propriétés antioxydants appartiennent à ce groupe qui peuvent améliorer les performances des plantes dans des conditions de stress **(*Sharma et al.,* 2019).**

Les niveaux et la diversité des polyphénols présents dans les plantes peuvent varier de manière significative en raison de divers facteurs intrinsèques et extrinsèques. Parmi ces facteurs, on compte le génotype des plantes, la composition du sol, le stade de maturité des plantes et les conditions de culture **(Faller et Fialho., 2010).**

Les polyphénols sont un groupe de composés phénoliques largement étudiés, caractérisés par la présence d'au moins deux cycles phényle et un ou plusieurs substituants hydroxyle. Cette définition englobe une vaste gamme de composés qui présentent une grande diversité en termes de structures et de propriétés. Les polyphénols incluent des composés de différentes complexités, ce qui en fait un groupe hétérogène de composés phénoliques et sont ont classés en différentes classes en fonction du nombre de cycles phénoliques qu'ils contiennent et des fonctions chimiques liées à ces cycles, cette classification permet de regrouper les polyphénols selon leurs caractéristiques structurales et leurs propriétés chimiques spécifiques **(*Pérez-Pérez et al., 2013).***

Les polyphénols sont regroupés en plusieurs catégories distinctes, comprenant les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les coumarines. Chacune de ces catégories se caractérise par des propriétés chimiques et des structures spécifiques **(Luthria et al.,)**

A. Flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des substances phénoliques présentes en quantités substantielles dans les plantes vasculaires et sont des composants omniprésents de l'alimentation humaine la structure de base est la chalcone qui est modifiée bio synthétiquement à partir de structures identifiées comme les flavonones, les flavones, les isoflavones et le flavonol, entre autres Hyens et ***(O'coinceanainn., 2001)***, Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange, et rouge de différents organes végétaux **(*Ghedira,, 2005).***

Les flavonoïdes sont formés d'un squelette à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6), correspondant à la structure du diphénylpropane ***(Boutakiout., 2015)*** liés avec une unité de trois atomes de carbone qui peut ou non être une partie d'un troisième cycle C ***(Tapas et al., 2008).***

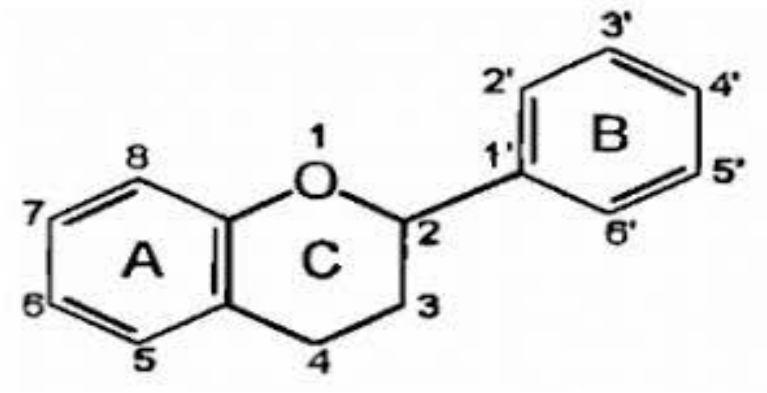


Figure 1 : Structure chimique générale des flavonoïdes ***(Kumar et Pandey., 2013).***

B. Les tanins :

Le terme tanin désigne des substances phénoliques à haut poids moléculaire de structures assez éloignées mais ayant en commun des propriétés tannantes. Ces propriétés tannantes concernent plus particulièrement un ensemble de substances poly phénoliques d'origine végétale dont les Médecine traditionnelle, masses moléculaires sont comprises entre 500 et 3000 daltons ***(Paris et Hurbielle., 1986).***

Les tanins (ou tannins) sont des polyphénols d'origine végétale caractérisés par leur réaction de précipitation avec les protéines.

Les tanins représentent un groupe de métabolites secondaires largement distribué dans le monde végétal ***(Bhira., 2012)*****,** on distingue deux groupes de tannins différents par leur structure et par leur origine biogénétique : Les tanins hydrolysables et les tanins condensé ***(Conrad et al., 1998).***

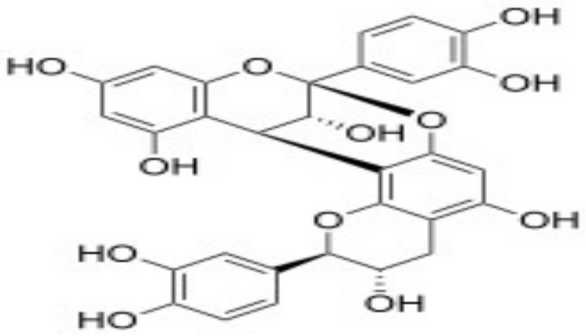


Figure 2:unité structurelle de base des tanins ***(Garrido et Borges, 2013).***

4.II. Généralités sur les plantes étudiées :

1.4.II. La famille des Ericaceae :

L'Algérie est un vaste pays méditerranéen au climat varié et topographie contribuant à un couvert végétal abondant, riche en plantes médicinales et aromatiques ***(Amroun et al., 2021).***

Les Ericacées sont une grande famille cosmopolite, représentée par 4100 espèces regroupées dans 124 genres ***(Amezouar et al., 2013)*** **.**

Dans la flore Algérienne, la famille des Ericaceae compte deux genres (Arbustes et Erica) et cinq espèces ***(Quézel et Santa., 1963).***

A. présentation d'Erica arborea :

La bruyère arborescente ou Erica arborea (E.arborea) est une plante connue localement sous le nom de Khlenj, est un arbuste qui pousse dans les sclérophylles forêts de la région méditerranéenne, dans le Tell, et sur des sols acides ***(Amroun et al., 2021)*** **,** c'est à dire qu'elle se rencontre À la fois sur les montagnes de l'Afrique tropicale , notamment en Australie, en Afrique du Sud et à l'ouest du Portugal, dans les îles Canaries ***(Amezouar et al., 2013).***

E.arborea est une espèce typique de la Méditerranée dense maquis, capable de repousser après des perturbations, mais généralement n'apparaissant qu'à mi- succession ***(Santana et al., 2011).***

De plus, sa dynamique de croissance semble largement dépend de la disponibilité de l'eau ***(Battipaglia et al., 2014)*****,** cette famille dispose une large distribution géographique s'étalent les zones froides ou tempérées à basse altitude ***(Steven et al ., 2004).***



Figure 3: Arbuste d'Erica arborea **(originale.2023)**

B. Description botanique :

La bruyère arborescente est une grande bruyère poussant sur les sols siliceux, est parfois appelée aussi bruyère blanche, en raison de la couleur de ses fleurs, qui poussent en grappes serrées au début du printemps (mars-avril), La plante est de près de deux mètres de haut toujours verte et vivace ***(Amezouare et al., 2010)*****,** se développe en arbuste au port haut et étroit dans les sols acides pauvres en éléments nutritifs ***(Amezouar et al., 2013),*** Les tiges dressées, très rameuses par des rameaux blanchâtres, couverts de poils inégaux. La floraison commence dès le mois de février (ou janvier parfois) et se poursuit jusqu'au avril à mai. D'autre coté, les fleurs sont blanches et odorantes, sont localisés a environ 4 ou 5 mères ***(Guvenc et al., 2012).***



Figure 5: feuille d'*Erica Arborea* **(originale.2023)**

C. Classification taxonomique :

Selon la classification systématique ancienne :

Tableau 1 : classification de l'espèce *E.arborea* ***(Fatima et al., 2017).***

Règne	**Plantes**

Embranchement	**Spermatophyta**
Sous-embranchement	**Angiosperma**
Classe	**Magnolopsida**
Sous classe	**Dilleniideae**
Ordre	**Ericales**
Famille	**Ericaceae**
Genre	**Erica**
Espèce	***Erica arborea L***

D. Habitat et répétition géographique :

La bruyère *Erica arborea L*. a une distribution disjoint englobant la Macaronésie, la Méditerranée et l'Est Afrique.

En Macaronésie, il fait partie de la forêt thermophile communautés, dominantes sur les sols secs et peu profonds. Elle est présente dans la végétation des maquis et aussi comme sous-étage dans différents types de forêts dans les deux Espaces méditerranéen et atlantique. Il est également connu de la Monts du Tibesti (Tchad) au Sahara, où il est présent au sommet d'une végétation de steppe désertique de haute montagne entre 2000 et 3000 m d'altitude**,** ***(Désamoré et al., 2011)*****,** il pousse mieux dans des conditions méso-méditerranéennes typiques conditions bioclimatiques; c'est-à-dire dans les zones où la moyenne annuelle températures comprises entre 15,0 et 15,5 8C et une moyenne annuelle précipitations 800 mm , Son aire de répartition naturelle comprend la région méditerranéenne vers l'ouest jusqu'au Portugal, les îles Canaries et disjoint zones de montagne en Afrique qui comprennent les hautes terres éthiopiennes, les montagnes de l'Afrique centrale entre l'Ouganda et le Ré publique démocratique du Congo et Cameroun. il est assez répandu sur les sols dérivés de et les grès des roches métamorphiques le long des côtes tyrrhéniennes **(La Mantia et al., 2007) .**

En Algérie, l'espèce est commun tout le long de la côte ; il pousse principalement dans les garrigues et est très rare en Kabylie ***(Guendouze-Bouchefa et al., 2015).***

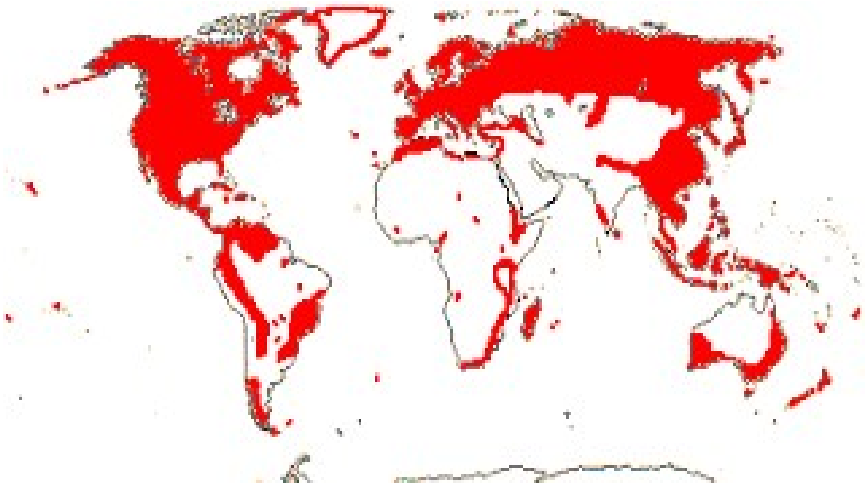


Figure 6 : Répartition mondiale des Ericaceae ***(Stevens., 2001)***

E. Composition chimique :

Des enquêtes antérieures ont montré que les plantes Ericaceae sont riches sources de terpénoïdes (Li et al. 2019)**.**

Les composés photochimiques présents dans la plante comprend des flavonoïdes et des composés phénoliques, et les constituants nouvellement isolés sont la épicatéchine et la quercitrine Au plus tôt rapporte la présence de plusieurs composés phénoliques dont la quercitrine (51,42 mg/g extrait sec) acide férulique (25,6 mg/g extrait sec) et myricétine (11,45 µg/mg extrait sec) **,** les Flavonoïdes et les composés phénoliques sont les principaux composés isolés de cette espèce qui contient également des terpénoïdes, des coumarines et des huiles essentielles (Guendouze-Bouchefa et al. 2015)**,** ont été signalés comme composants principaux chez E. feuilles arborées ***(Zengi***n **et al., 2019).**

F. Effet thérapeutique :

E. arborea est classée comme plante astringente, dont les parties aériennes ont été utilisées pour âges dans le traitement de nombreuses maladies en raison de leurs bienfaits pour la santé et des activités telles que : antiulcéreuse, antibactérienne, cytotoxique, anti-œdème, agent anti diarrhéique et cicatrisant ***(La Mantia et al., 2007).*** En médecine populaire algérienne elle est employée pour traiter l'inflammation, les

maladies rénales, les maladies de la prostate et hypertension ***(Benarba et al., 2015 ; Eddaikra et al., 2019).***

Selon ***(Ay et al., 2007),*** ses feuilles sont utilisées dans de nombreux pays comme diurétique, antiseptique urinaire et contre la constipation et ont été utilisés pour le traitement du rhumatisme.

Tableau 2: Usage traditionnel et propriétés thérapeutiques et pharmaceutiques.

l'organe	Leur utilisation	La référence
Feuilles et fleurs	- Diurétique. -Antiseptique. - Hypotenseur. -anti-inflammatoire. - Antioxydant.	**(Baytop., 1999).** **(Ay et al., 2007).** **(Akkol et al., 2008).** **(Amezouar et al., 2013).** **(Suna et al., 2018).**
Parties aériennes	-antirhumatismales. - antibactérienne. - dépuratif ; - antiulcéreux -antimicrobien. -cytotoxique. - anti-œdème. - soigner les échaudures les	**(Baytop., 1999 ; Ay et al., 2007).** **(Akkol et al., 2008).** **(Márquez et al., 2009).** **(Guendouze et al., 2015).** **(Suna et al. 2018).**

	Blessures. -agent cicatrisant. -contre la constipation.	

2.4.II. La familles des Anacardiaceae:

Pistacia appartient aux Anacardiaceae, une famille cosmopolite qui comprend environ 70 genres et plus de 600 espèces ***(Bozorgi et al., 2013).***

Les pistachiers sont des arbustes plastiques, indifférents à la nature du sol et tolèrent les vents forts et les longues périodes de sécheresse ***(Boudy., 1950)***, producteur de résine principalement distribué dans la région méditerranéenne et en Asie, car il pousse de préférence sur les pentes de roches sèches, les coteaux et les forêts de pins ***(Kallis et al., 2019).***

Des études chimiques sur le genre Pistacia ont conduit à la découverte de divers métabolites secondaires en plus d'un haut niveau de vitamines et mineraux ***(Bozorgi et al., 2013).***

Selon **(*Quezel et Santa (1962)*,** Les espèces les plus importantes dans le monde du genre *Pistacia* sont :

• *Pistacia atlantica- pistachier d'atlas*

• *Pistacia chinensis*

• *Pistacia lentiscus L. - pistachier lentisque*

• *Pistacia terebinthus L. — pistachier térébinthe*

• *Pistacia vera L.* - pistachier vrai (qui donne la pistache)

• *Pistacia integerrima*

• *Pistacia palestin*

A. présentation de *pistacia terebinthus* :

Pistacia terebinthus (arbre de térébenthine, térébinthe) est un arbuste vivace ou un petit arbre poussant largement dans le sud et l'ouest de la Turquie sur les pentes et les coteaux de roches sèches ou dans les pins les forêts ***(Foddai et al., 2015),*** différentes parties de l'arbre ***P. terebinthus*** ont été signalées comme possédant de nombreuses activités biologiques telles qu'elles ont été largement utilisées en phytopharmacie depuis l'Antiquité ***(Guney et al., 2021).***

L'espèces de Pistacia ont attiré l'attention des chercheurs en raison de leur potentiel antioxydant en plus d'être antimicrobien ***(Topçu et al., 2007).***

L'essence de térébenthine lui doit son nom car la térébenthine de Chio était à l'origine fabriquée avec des exsudats de cet arbre ***(Rameau et al., 2008).***



Figure 7 : L'arbre de *pistacia terebinthus* **(originale.2023).**

B. Description botanique :

Les espèces du *genre P. terebinthus* sont des arbustes résineux à feuilles caduques sont vertes au printemps jaunes ou rouge flamboyant à l'automne, se

caractérisent par arbres xérophiles qui pousse jusqu'à hauteur de 2 à 5 m . On le trouve généralement dans les zones rocheuses à ciel ouvert végétation et il évite les environnements plus froids ***(Álvarez et al., 2009).***

Les feuilles persistantes, composées, alternes pourvues d'un pétiole ailé, composées 7 à 11 de folioles ovales, un nombre impair qui induit la présence d'une foliole terminale (ce qui permet de le différencier du pistachier lentisque), mucronulées, coriaces, luisantes en dessus, mates et pâles en dessous**. *(Tassin., 2012 ; Botineau., 2015),*** les fleurs sont de petite taille, en grappes spiciformes denses, baie très-petite, d'un vert bleuâtre ***(Risso., 1844),*** naissant 1 ou 2 à l'aisselle d'une feuille et égalant au plus la longueur d'une foliole. Les fruits petit, subglobuleux, apicule, drupes ovoïdes, de 5-7 mm sur 4 mm, initialement blanches, puis roses, rouge, et enfin brunissant à maturité Ils dégagent une forte odeur de résine **(Yahya., 1992 ; Iserin., 2001 ; More et White ., 2005).**

La saison de floraison de l'arbre se produit avril-mai ***(Rameau et al., 2008).***



Figure 8: feuille de p*isacia terebinthus* ***(originale.2023)***

C. Classification taxonomique :

Tableau 3: Sur le plan systématique, le térébinthe est classé comme ***(Embreger., 1960 ; Spechiger et al., 2000).***

Règne	Plantae, (végétal)
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Phanérogames
Sous-embranchement	Angiosperme
Division	Magnoliophyta
Classe	Décotylédone
Sous-classe	Terebinthacées
Série	Disciflores
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceae
Genre	Pistacia
Espèce	*Pistacia terebinthus L*

D. Habitat et répartition géographique :

Le pistachier térébinthe est originaire d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye et de sud de l'Europe, sont distribués depuis le bassin méditerranéen à l'Asie centrale ***(Giner-Larza et al.., 2002).***

Trois espèces de Pistacia sont naturellement présentes en Iran : *P. vera L., P. khinjuk Stocks.* Et *P. atlantica Desf. , P. atlantica* a trois sous-espèces ou variétés qui ont été décrit comme : *cabulica, kurdica et mutica ,*

La répartition géographique est principalement signalée en Grèce, à Chypre, dans l'ouest de la Turquie, au Maroc, au Portugal, et les îles Canaries, mais toujours dans les zones dégradées associées aux chênes verts ***(Mathieu Auguste., 1858).***

En Algérie, les peuplements du térébinthe se trouvent aux alentours de 1200 à 1270m d'altitude, l'espèce est présente soit en peuplement, soit seul, soit mélanger aux chênes ou aux lentisques, il peut devenir un arbre de 8-15m de hauteur sur 1-2m et plus de circonférence et souvent utilisée comme porte-greffe pour P. vera, essentiellement en Italie et en Turquie ***(Kaska., 1990 ; Mazzola et al.,1996).***

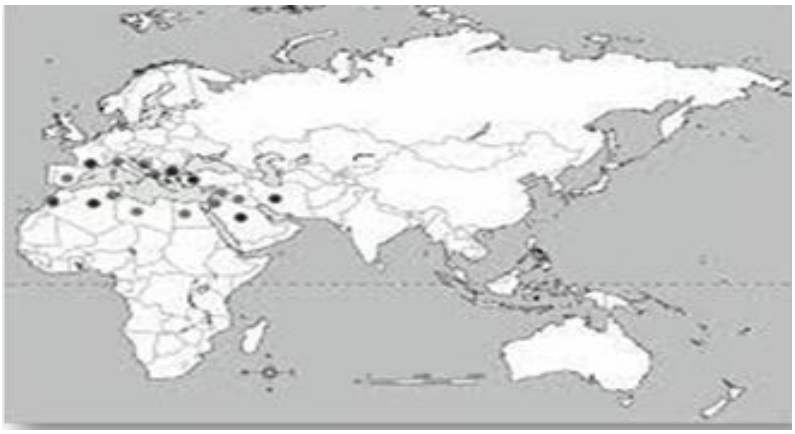


Figure 9: Distribution de Pistacia terebinthus dans le bassin méditerranéen ***(AL-Saghir, 2006).***

E. Composition chimique :

Divers composés de différents groupes phytochimiques ont été identifiés chez les espèces de *Pistacia terebinthus,* l'attention pharmaceutique s'est portée sur des constituants tels que les composés phénoliques, terpénoïdes, monoterpènes, flavonoïdes, acides gras, alcaloïdes, saponines et stérols ***(Bozorgi et al., 2013).***

F. Effet thérapeutique :

Les constituants de *P. terebinthus* pourraient être exploités pour le traitement d'une multitude de maladies inflammatoires tels que les traitements de l'eczéma, de la paralysie, de la diarrhée, des infections de la gorge, des calculs rénaux, de la jaunisse, de l'asthme et maux d'estomac, et comme astringent, anti-inflammatoire, antipyrétique, antimicrobien, antiviral , sont traditionnellement considérés comme stimulant , troubles gastro-intestinaux, et la cicatrisation des ulcères gastroduodénaux, avec de multiples utilisations dans l'alimentation industries, ainsi que dans le traitement de divers et multiples maux ***(Foddai et al., 2015).***

P. terebinthus possède de nombreuses applications car il a été traditionnellement utilisé comme chewing-gum et additif alimentaire, contre le dessèchement des lèvres , et comme antiseptique pour le système respiratoire et des études récentes ont a révélé l'utilisation de cette résine comme agent antimicrobien et conservateur alimentaire ainsi que comme agent bactérien ***(Kallis et al., 2019).***

En Turquie, les feuilles de P. terebinthus ssp. terebinthus (connus sous le nom de menengic¸) sont utilisés dans le traitement des brûlures ***(Topçu et al., 2007).***

3.4.II. Famille de Tamaricaceae :

Sont communément appelés tamaris ou cèdres salés. *Tamarix* est généralement présent dans les habitats secs et salins des zones subtropicales et tempérées de l'Europe occidentale et de la Méditerranée à l'Afrique du Nord, nord-est de la Chine, Inde et Japon ***(Sharma and Parmar., 1998).***

Les Tamaricacées est une famille qui appartient aux eudicots vrais selon la nouvelle classification des angiospermes (**APG angiosperms phylogeny group adopté en 2003**), et dans l'ancienne classification cette famille appartient à l'ordre des Violales .Les espèces de cette famille sont des plantes ligneuses : arbustes, rarement arbres ou herbes avec des branches minces, la plupart d'eux sont des halophytes et rarement sont des xérophytes, On pense qu'il contient entre 54 et 90 espèces ***(Zohary., 1972; Baum., 1978; Yang et Gaskin., 2007) .***

A.Présentation de *Tamarix tetrandra* :

Tamarix, Arbustes également connu sous le nom de Salt Cedar, est le plus grand genre de la famille des Tamaricaceae .

Il a deux formes de croissance : l'une normale et lui donne un aspect d'un arbre ordinaire avec une tige principale quand il existe dans des milieux normaux ; la seconde se caractérise par une ramification abondante quand les pieds se trouve dans milieu stressant ou dans le cas d'accumulation des sédiments alluviaux ***(McDaniel ., 2007).***



Figure 10: Arbuste de *Tamarix tetrandra* **(originale 2023)**

B. Description botanique :

Arbustes non parfumée, hauteur à maturité 5 m, largeur à maturité 3 m, c'est un petit arbre à feuilles caduques vert avec branches arquées presque noires et de minuscules feuilles en forme d'écailles disposées le long des branches. C'est des grappes de fleurs rose pâle sont produits à la fin du printemps ***(Alaimo et al., 2013).***

Aux feuilles de tamaris, qui sont généralement herbacée, petite et écailleuse ***(Baum., 1978).***

reconnu la valeur diagnostique dans Tamarix de cinq formes principales des feuilles : sessiles à base étroite, sessiles amplexicaules, vagin et pseudo-vaginal, la saison de floraison de l'arbre se produit mai et juin ***(Orabi et al., 2011)***.

La floraison est suivie de petits fruits en capsules contenant de nombreuses graines, ce Tamarix est idéal pour le littoral, Quand il ne fleurit pas, il a une vague ressemblance avec certains conifères.

Le Tamarix peut donner des graines dès sa première année mais, généralement, il donne des graines à partir de la troisième année ***(Baker., 1972).***

Les graines de sont caractérisées par l'absence de la dormance, mais avec une durée de vie très courte : par exemple les graines produites en été ne vivent que 45 jours (7 semaines) dans les conditions idéales du milieu, mais si les conditions sont défavorables (plaine soleil, sécheresse.), cette durée de vie ne dépasse pas les 24 jours ***(Wilgus et Hamilton., 1962).***

Le Tamarix est doté d'un système racinaire puissant et adapté pour l'acquisition l'eau de la nappe ou les eaux superficielles même dans les sols manquant d'humidité où il a été rapporté que la racine principale peut atteindre une profondeur de 53m ***(Waisel et Kafkafi., 1996).***

Figure 11:les feuilles de *Tamarix tetrandra* **(originale 2023).**



C. La classification taxonomique :

Un projet exhaustif de caractérisation du genre Tamarix a été entrepris dans le but de mieux comprendre sa taxonomie. Récemment, de nouveaux taxons ont été identifiés et ajoutés à la flore vasculaire d'Italie grâce à cette initiative

En raison des quelques caractéristiques externes distinctives de son membres, il est quelque peu difficile de clarifier taxonomie de *Tamarix L.*, qui représente l'un des les genres les moins caractérisés parmi les Angiospermes ***(Kostić et al., 2022).***

Tableau 4: classification de *Tamarix tetrandra* selon **(*Kostić et al., 2022).***

Règne :	**Plantae**
Sous-règne :	**Tracheophytes**
Embranchement :	**Angiosperms**
Classe:	**Eudicotyledoneae**
Ordre :	**Caryophyllales**
Famille :	**Tamaricaceae**
Genre :	**Tamarix**
espèce:	***Tamarix tetrandra***

D. Habitat et répartition géographique :

On trouve le Tamarix dans des systèmes fluviaux, oueds, des lacs surtout salés, aux bords des routes et des chemins de faire, marécages saisonniers : les plantes mûres peuvent résister à de longues périodes d'inondation de l'eau (70-90 jours, et même plus de 500 jours) et d'autres situations de montagnes, et les déserts arides etc ***(MC Daniel et Taylor., 2003).***

Tamarix présente deux principaux centres de spéciation, l'un dans la région indo-touranienne et l'autre au Moyen-Orient. De là, le genre a migré vers le sud et l'ouest vers l'Afrique (Egypte, Lybie, Tunisie, Algérie, Djinouti, Ethiopie, Somalie, Keny), Asie (Turquie, Liban, Syrie, Palestine, Israel, Iraq, Iran, Pakistan, Afghanistan, Arabie) et

l'Europe, et aussi au nord et à l'est les déserts froids ***(Alaimo et al., 2013)***, et la côte Pacifique de l'Asie ***(Baum., 1978),*** Le genre Tamarix est représenté par des espèces protophytes facultatives et généralement halophytes. Originaire des régions d'Europe, de la Méditerranée, de l'Afrique du Nord, du Sahara et de l'Asie). Les espèces du Tamarix sont considérées comme espèces envahissantes en Amérique du Nord et l'Australie ***(Nelroy., 1996).***



Figure 12: Carte L'aire d'origine de répartition du genre *Tamarix tetrandra* selon **(NELROY., 1996).**

E. Effet thérapeutique :

Plusieurs peuple l'utilise comme une plante médicinale à cause de ses caractère thérapeutiques pour plusieurs maladies**, *(Bikbulatova et Korul'kina., 2001).***

Divers rapports pour les espèces végétales du genre *Tamarix tetrandra* sont comme un diaphorétique, diurétique et hépato tonique et pour traiter le foie troubles, soulager les maux de tête, faciliter le travail prolongé ou difficile, réduire l'œdème de la rate et guérir les plaies et les plaies en plus d'être un astringent et utilisé à des fins de tannage et de teinture ***(Orabi et al., 2011).***

Il est recommandé dans les syndromes hémogéniques aigus, l'anémie hypochrome, l'érythropénie tant hypo plaquettaire que médullaire. Il agit comme hypercoagulant total et est, de ce fait, indiqué dans les hypo coagulations sanguines ***(Depoërs., 2002).***

Tableau 5: l'usage des espèces de Tamarix dans la médecine traditionnelle marocaine selon ***(El Rahffari., et Zaid ., 2004).***

Les parties de la plante de Tamarix Utilisées:	**La maladie traitée :**
1- les galles	-diarrhée -douleurs dentaires, gingivite, ulcère buccal, muguet - poux, acariens -douleurs dentaires -maux d'estomac, ulcère gastrique

2- feuilles	- parasites cutanés
3- les racines	- tuberculose -lèpre, variole
4-tige feuillée	- inflammation de l'utérus, douleurs et gonflements de la rate - soins des cheveux

Deuxième Chapitre : Les activités biologique

I. Activité antioxydant :

1.I. Généralité :

Les plantes médicinales sont à la fois un produit fini destiné à la consommation et une matière première pour l'obtention de substances actives, elles représentent une source de revenu non négligeable pour de nombreuses populations ***(Bouzid.,2010).***

Les composés phénoliques, notamment les phénols, les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les lignanes sont les principales sources d'antioxydants naturels ***(Han et Baik., 2008).***

En effet, les polyphénols sont des composés naturels largement répandus dans le règne végétal qui ont une importance croissante notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé ***(Koechlin-Ramonatxo,. 2006).***

2.I. Définition :

L'activité antioxydant en raison du rôle qu'elle joue dans la prévention des maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète, l'hypertension, et la maladie d'Alzheimer en combattant le stress oxydant ***(Meddour., 2001).***

L'activité antioxydant fait référence à la capacité d'un composant ou d'un aliment à réduire ou à prévenir les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme, Parmi les bio activités notables des composés phénoliques, les activités antioxydants ont été largement étudiées, y compris le piégeage des radicaux libres, l'inhabitation de l'oxydation des lipides, et la réduction de formation d'hydro peroxydes ***(Li et al.,2014)***

3.I. Les radicaux Libres :

Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de composés radicalaires qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux primaires. Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires, se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule ***(Favier., 2003).***

Un radical libre peut être défini comme toute espèce moléculaire capable d'existence indépendante, chargées ou non, qui contient un électron non apparié dans

une orbitale atomique. La présence d'un électron non apparié entraîne certaines propriétés communes qui sont partagées par la plupart des radicaux. De nombreux radicaux sont instables et hautement réactifs ***(Favier., 2003).***

L'ensemble des radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent appelé espèces réactives de l'oxygène**.** Ces radicaux libres sont produits continuellement dans le corps humain ***(Dorcas et al., 2016).***

4.I. Stress oxydant :

Le stress oxydant est défini comme un déséquilibre entre les processus biochimiques de production des espèces réactives de l'oxygène (ERO) et ceux qui sont responsables de leur contrôle et élimination, Un déséquilibre entre les systèmes oxydants et les capacités anti-oxydantes d'un organisme, d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire ***(Barouki., 2006).***

Le stress oxydatif représente l'incapacité de l'organisme de se défendre contre l'agression des radicaux libres oxygénés ***(Koechlin-Ramonatxo.,2006),*** il a été dit que « une perturbation des systèmes pro-oxydants/antioxydants en faveur du premier peut être considérée comme un stress oxydatif ***(Davies., 2000).***

II. Activité antibactérienne :

L'activité antibactérienne in vitro est une évaluation de l'efficacité d'un agent antibactérien contre des micro-organismes, elle permet de déterminer la sensibilité d'un microorganisme à des principes actifs, tels que des médicaments, à des concentrations spécifiques et connues, Les études sur l'activité antibactérienne des plantes et de leurs composés constitutifs contribuent à l'identification de nouvelles sources d'agents antimicrobiens et à la recherche de solutions alternatives face à la résistance croissante des bactéries aux antibiotiques traditionnels ***(Jawetz et al., 1973).***

1.II. Quelques bactéries pathogènes ciblées :

1.1.II *Escherichia coli* :

A. définition

Escherichia coli est l'agent étiologique le plus important de diarrhée infantile et représente un problème majeur de santé publique dans les pays en développement, c'est

une bactérie qui appartient à la famille des entérobactéries, Elles ont comme dimensions moyennes 2 à 3 micromètres de long et 0,6 micromètre de large ***(Toma., 2003).***

Les souches de *E.coli* sont généralement considérées comme représentant un prototype pathogène : les organismes colonisent la surface de la muqueuse de l'intestin grêle et élaborent leurs entérotoxines, donnant monter à un état sécrétoire net ***(Junillon.,2012).***

B. Pouvoir pathogène :

E.coli sont associées à deux syndromes cliniques majeurs : la diarrhée de sevrage chez les enfants en développement monde et la diarrhée du voyageur, il peut aussi être impliqué dans des infections nosocomiales ***(Kai., 2010).***

La transmission peut se faire par contact direct ou via des contaminations fécales ***(Junillon et al., 2012).***

Selon le type des maladies engendrées et les facteurs de virulences associés, les E.coli pathogènes sont divisés en deux catégories à savoir : les souches E.coli pathogènes intestinaux et les souches E. coli pathogènes extra-intestinaux ***(Manning., 2005).***

2.1.II. *Staphylococcus aureus* :

A. Définition :

Staph. aureus est un coccus arrondis, en amas réguliers ou par deux, de 0,7 à 1 µm de diamètre à Gram positif classé dans la famille des Micrococcaceae (les Staph blancs sont souvent un peu plus volumineux que les Staph dorés), immobiles, dépourvus de spores et de capsules**),** l'habitat naturel de Staphylococcus aureus chez l'homme est la peau et le nasopharynx ***(Stackebrandt et Woese., 1979; Schleifer., 1986).***

B. Pouvoir pathogène :

Le staphylocoque doré est responsable de l'endocardite infectieuse et touche à la fois les valves natives et les prothèses, la mortalité est dans ce dernier cas plus élevée et les complications emboliques sont fréquentes **(Alban., 2009),** cela peut causer une grande variété des infections touchant la peau et les tissus mous, les sites endo-vasculaires et les organes internes, principaux sites d'infection dans les patients

hospitalisés sont des plaies chirurgicales et à demeure Équipement médical ***(Mondino.,1997).***

Le staphylocoque est responsable de pyodermites superficielles et profondes, principalement des furoncles et des abcès. Sur le site infectieux cutané participe à la formation de l'abcès, collection purulente plus profonde, qui nécessite un drainage chirurgical en plus de l'antibiothérapie ***(Trisan., 2008).***

Les infections à *S. aureus* sont très polymorphes allant d'infections cutanées bénignes comme les furoncles et les panaris à des infections mettant en jeu le pronostic vital comme les états de choc, les endocardites, les pneumonies, les infections du système nerveux **(Claude., 2010).**

3.1.II. *Staphylococcus épidermidis* :

A. Définition :

Les staphylocoques sont des colonisateurs bactériens communs de la peau et muqueuses humaines et autres mammifères, *S. epidermidis* est l'espèce la plus fréquemment isolée de l'épithélium humain et colonise principalement les aisselles, la tête et les narines. *Staphylococcus epidermidis* est maintenant considéré comme un agent pathogène opportuniste important **(Otto., 2009).**

B. Pouvoir pathogène :

Les infections nosocomiales représentent de loin la plus fréquente type d'infections causées par *S. epidermidis*.

S epidermidis comme l'un des pathogènes bactériens les plus souvent isolés dans les hôpitaux de général et comme le pathogène le plus important impliqué dans infections nosocomiales du sang, infections cardiovasculaires et infections des yeux, des oreilles, du nez et de la gorge, Contrairement à S. aureus, S. epidermidis ne provoquer des infections pyogènes chez les patients non compromis, la seule exception étant l'endocardite valvulaire native **(Domingo.,.2001).**

4.1.II. *Salmonella Typhimurium* :

A. Définition :

Représente le principal agent pathogène de contamination des produits agro-alimentaires destinés à la consommation humaine, les salmonelles constituent la première cause de Toxi-Infections alimentaire **(Fablet et al.,2003).**

Chez l'homme, l'ingestion de diverses salmonelles sérovars provoque une infection de l'intestin grêle et gastro-entérite. Un petit nombre de sérotypes de Salmonella peut entraîner à l'infection systémique **(Helms et al .,2005).**

B. Pouvoir pathogène :

Salmonella est une bactérie pathogène pour les humains, leur pathogénicité dépend de trois facteurs : la dose infectante, le niveau d'immunité et le facteur de virulence qui influence la cellule hôte **(YAO., 2019).**

Est une espèce bactérienne diversifiée qui reste une cause fréquente des maladies infectieuses chez les humains et les animaux dans le monde **(Cherkaoui., 2015)**

Les infections humaines à Salmonella sont classiquement divisées en maladies causée par Salmonella typhoïdique ou Salmonella non typhoïdique (NTS), La première catégorie comprend les sérovars *Typhi et Paratyphi de S. enterica* restreints à l'homme qui causent la maladie systémique typhoïde, alors que le NTS est composé de la majorité des autres sérovars qui causent principalement une gastro-entérite auto-limitative chez l'homme **(Okoro., 2012)**

5.1.II. *Bacillus subtilis* :

A. Définition :

Bacillus subtilis est une bactérie du sol aérobie à Gram positif, qui a été largement utilisée pour la production de protéines hétérologues. *B. subtilis* est un commensal intestinal normal chez l'homme, Il sécrète de nombreuses enzymes Pour décomposer une variété de substrats, permettant aux bactéries de survivre dans un environnement en constante évolution **(Su et al.,2020).**

Le genre Bacillus est composé de bactéries en forme de bâtonnets formant des endospores sont communs habitants du sol et des sédiments aquatiques, espèces au sein

de la genre sont répandus dans la nature et se trouvent pratiquement chaque environnement **(Rooney et al.,2009).**

B. Pouvoir pathogène :

La majorité des Bacillus sont non pathogènes et de nombreuses espèces ont été utilisées pour des applications biotechnologiques et industrielles **(Hou et al., 2005 ; Price et al., 2007).** Seules quelques espèces de Bacillus sont connues pour causer des maladies chez les animaux et les humains **(Spencer., 2003).**

III. Activité antifongique :

Les champignons microscopiques sont responsables d'un grand nombre de maux humains, Animaux et plantes. Ils sont aussi la cause de nombreux dégâts causés au bois, aux produits agricoles, aux denrées alimentaires et divers supports **(Breton et al .,1990).**

Les antifongiques sont des molécules bioactives utilisé contre les champignons disponibles à l'heure actuelle ne réunissent pas les critères définis l'antibiotique idéal : propriété spécifique vis-à-vis du champignon pathogène, bonne diffusion dans l'organisme, large spectre d'activité dans vivo, absence de problèmes liés à l'apparition de Souches résistantes et absence d'effets secondaires **(Lacroix C et al.,2003).**

Les extraits de plantes contenant des composés actifs spécifiques peuvent également présenter des propriétés antifongiques et antimicrobiennes, tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les terpénoïdes, ont montré des effets inhibiteurs sur les champignons phytopathogènes et les microorganismes. Ces extraits de plantes peuvent être utilisés comme alternatives naturelles aux produits chimiques de synthèse dans la lutte contre les maladies des plantes et dans la préservation des aliments **(Lis-Balchin., 2002).**

1.III. Quelque champignon ciblé :

1.1.III. *Candida albicans* :

A. Définition :

La levure *Candida albicans*, longtemps négligée par les communautés microbiologiques et médicales, s'est imposée durant les deux dernières décades comme un problème majeur de Santé publique. Le spectre des pathologies déterminées s'étend

des mycoses vaginales, qui affectent jusqu'à 75 % des femmes au moins une fois dans leur existence, aux infections profondes, survenant en milieu hospitalier, pouvant affecter tous les organes et dont la morbidité et la mortalité sont importantes **(Poulain.,2013).**

Candida albicans était l'espèce la plus fréquente représentant 79,1 % des levures isolées, parmi les espèces non albicans , C. *parapsilosis et C. tropicalis* ont été isolés au niveau des ongles des orteils avec des fréquences de 11,2 et 9,6 % **(Sudbery et al., 2004).**

B. Pouvoir pathogène :

Les infections causées par les souches de Candida représentent la principale cause des infections fongiques nosocomiales (80 %), Les souches de Candida peuvent produire une grande variété d'infections, allant des infections légères mucocutanées aux infections invasives (septicémie). Il existe au-delà de 150 espèces de Candida. Cependant, le *Candida albicans* est responsable de la majorité des infections **(Rex et al., 2000 cité par Carle., 2003).**

Plusieurs espèces de Candida sont normalement des commensaux inoffensifs du tractus gastro-intestinal et génito-urinaire, ils peuvent aussi être des agents pathogènes importants qui causent une gamme de conditions, y compris les infections superficielles douloureuses, comme la vaginite chez les femmes par ailleurs en bonne santé, surface sévère infections de la bouche et de l'œsophage chez le virus de l'immunodéficience humaine **(Poulain., 2013).**

2.1.III. *Saccharomyces cerevisiae* :

A. Définition :

Saccharomyces cerevisiae est un champignon ascomycète ubiquitaire, est une levure dimorphe eucaryote unicellulaire qui est retrouvée chez l'homme sous forme commensale, capable varier entre une forme de croissance unicellulaire et filamenteuse, employée notamment dans la fermentation de la bière **(Pillai et al., 2014)**, son mode prédominant de reproduction végétative est une seule forme de levure ovale-elliptique (YF) qui se divise par bourgeonnement **(Santino et al.,2014).**

B- Pouvoir pathogène :

Elle est largement utilisée dans l'industrie agroalimentaire pour son rôle dans la fabrication de plusieurs aliments, notamment le pain et les boissons fermentées. Elle est aussi utilisée en tant que supplément nutritionnel et en tant que probiotique, notamment les souches *de S. cerevisiae, var. boulardii* pour le traitement de divers troubles intestinaux **(De Llanos., 2011),** Longtemps considérée comme inoffensive, cette levure est de plus en plus impliquée dans des cas d'infections parfois invasives, principalement des sepsis fongiques, pouvant être fatales, notamment chez des patients prédisposés **(Santino et al.,2014).**

IV. L'effet synergique :

1.IV. Définition :

Généralement, la synergie est définie comme l'interaction de deux agents ou plus pour produire un effet combiné supérieur à la somme de leurs effets individuels **(van Vuuren et Viljoen., 2011),** a classé le concept de synergie en deux grandes catégories basées sur le mode d'actions - synergie pharmacodynamique et pharmacocinétique , Le premier type de synergie décrit deux ou plus d'agents qui travaillent sur les mêmes récepteurs , Le deuxième type de synergie résulte des interactions entre deux ou plusieurs agents au cours de leur processus pharmacocinétiques **(Spinella., 2002).**

Synergique : Qui correspond à une association dont l'effet de cette association est supérieur à la somme des effets de chacun seul à la même concentration **(Chabenat., 2017).**

Effet [A+B]> Effet [A] + Effet [B]

Antagoniste : qui correspond à une association dont l'effet est inférieur à la somme des effets de chacun seul à la même concentration **(Chabenat, 2017).**

Effet [A+B] < Effet [A] + Effet [B]

V. Pharmacologie des plantes étudie :

Les plantes étudiée possèdent une variété d'activités biologiques en raison des composés chimiques qu'elles contiennent, Selon des études antérieures voici quelque d'activé sur ces plantes.

Tableau 6: L'activité antimicrobien et l'activité antioxydant de *Erica arborea/ Pistacia terebinthus/Tamarix tetrandra* selon d'autre auteurs.

La plante :	Activité antioxydant/références :	Activité antimicrobienne/ références :
Erica arborea	Selon **(Sato et al., 2011; Yao et al., 2019),** Analyse photochimique de l'extrait aqueux démontre la présence d'acide chlorogénique le polyphénol le plus abondant, et Les flavonoïdes, en particulier leur forme glycosylée	D'après **(Sato et al., 2011; Yao et al., 2019)**, Les extraits éthanoïques ont montré une certaine activité antibactérienne contre Staphylococcus aureus, *Staphylococcus epidermidis, , Bacillus subtillis* et . Aucune activité antimicrobienne contre *Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae et E. coli* n'a été observée.
Pistacia terebinthus	selon **Kavak et al (2010**). ont suggéré que L'extrait obtenu à partir de la feuille de *P. terebinthus* a une activité antioxydante considérablement plus élevée environ 12 fois. l'activité antioxydante élevée de l'extrait de plante peut jouer un rôle efficace dans la prévention du cancer en protégeant les cellules contre les dommages radicaux.	L'extrait de feuille de *P. terebinthus* a montré une activité antimicrobienne contre S. aureus avec une concentration minimale d'inhibition de ≤1,56 mg ml−1, il n'y avait aucun effet antimicrobien sur E. coli. Depuis E. coli est bactérie gram - et possède une membrane externe lipopolysaccharidique, le transfert de molécules se fait à travers la membrane cellulaire avec porines **(Kac et al. , 2008)**
Tamarix tetrandra	Dans la recherche menée, un examen de la activité antibactérienne de *Tamarix tetrandra* teinture contre cinq bactéries pathogènes humaines : *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa et Klebsiella pneumoniae*, a été réalisée. Le étude montre que les extraits sont efficaces contre *Escherichia coli.* **(Stojanovic et al., 2019)**	activité antioxydante élevée de l'extrait d'avant-toit de l'usine. Cette activité antiradicalaire pourrait être due à la des composés phénoliques. En fait, il a été découvert que l'antioxydant des molécules telles que les polyphénols et les flavonoïdes réduisent la capacité des radicaux libres **(Stojanovic et al., 2019)**

Troisième Chapitre : Généralité sur les nanoparticules

Avant d'aborder les nanoparticules, on abordera en premier lieu les nanotechnologies et les nanomatériaux

I. La nanotechnologie :

La nanotechnologie a une grande variété d'applications dans divers domaines comme l'optique, l'électronique, la catalyse, la biomédecine, le magnétisme, la mécanique, les sciences de l'énergie, etc.

Ce domaine est en développement immensément en raison de ses applications étendues qui présente un potentiel économique important dans de nombreux domaines tels que la médecine, la chimie, l'énergie, l'économie des ressources ou encore l'environnement (Stéphanie George, Nicolas lamproye) , Le mot nanoparticule (10-9m) peut être défini en nanotechnologie comme un petit objet qui agit comme une unité entière en termes de transport et de propriétés.Le prefix "nano" est dérivé d'un mot grec signifiant nain ou extrêmement petit

L'objectif des nanotechnologies consiste à produire des objets ou matériaux inférieurs à 100 nanomètres. C'est-à-dire regroupent tout ce qui touche à la conception, la caractérisation, la production et l'application de structures, dispositifs et systèmes par contrôle de la forme et de la taille à l'échelle nanométrique **(huganet al.,2007) .**

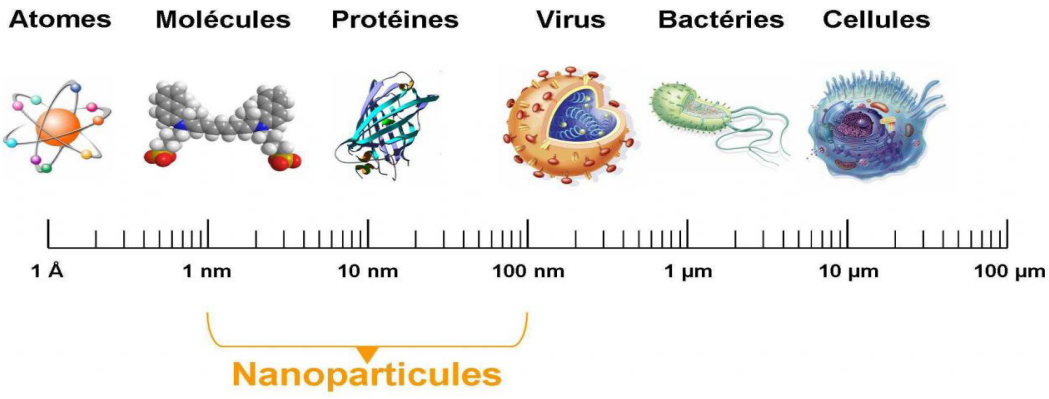


Figure 13: l'échelle nanométrique **(Belfennache., 2010).**

1.I. Domaine d'application de nano technologie :

Selon **(SILVA., 2017)**

Tableau 7: domaine d'application de nano technologie

Secteur d'activité	Exemples d'applications
Automobile, aéronautique et aérospatial	Matériaux renforcés et plus légers ; peintures extérieures avec effets de couleur, plus brillantes, anti-rayures, anticorrosion et anti-salissures ; capteurs optimisant les performances des moteurs ; détecteurs de glace sur les ailes d'avion ; additifs pour diesel permettant une meilleure combustion ; pneumatiques plus durables et recyclables
Electronique et communications	Mémoires à haute densité et processeurs miniaturisés; cellules solaires; bibliothèques électroniques de poche; ordinateurs et jeux électroniques ultra-rapides ; technologies sans fil ; écrans plats…
Agroalimentaire	Emballages actifs ; additifs : colorants, antiagglomérants, émulsifiants...
Pharmacie et santé	Médicaments et agents actifs; surfaces adhésives médicales anti-allergènes; médicaments sur mesure délivrés uniquement à des organes précis; surfaces biocompatibles pour implants; vaccins oraux; imagerie médicale…
Le domaine d'agriculture	meilleure absorption de pesticides; fertilisants et autres substances chimiques agricoles; détection de pathogènes chez les animaux ou les plantes
Le domaine de médecine	La vectorisation des médicaments., Les puces ADN et l'utilisation de quantum dots. Dans traitement du cancer, Dans la chirurgie**.**

II. Nanomatériaux :

Le 18 octobre 2011, la Commission européenne publie ses recommandations relatives à la définition des nanomatériaux (recommandation 2011/696/UE) : « on entend par "nanomatériau" un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm » **(Ricaud et Witschger.,2012).**

III. Les nano-objets :

Pour certains, un nano-objet est un objet dont toutes les dimensions dans l'espace sont de l'ordre du nanomètre (on entend par là comprises entre 1 et 100 nanomètres). Pour d'autres, Les nano-objets sont des objets dont au moins une des dimensions (longueur, diamètre, épaisseur) est comprise entre approximativement entre 1 et 100 nm **(Afsset., 2006),**

Autour de nous, nous trouvons : Des nano-objets naturels, Des nano-objets anthropiques, c'est-à-dire non intentionnellement produits mais qui sont le résultat d'une activité humaine, Et des nano-objets volontairement produits à ces échelles pour les propriétés spécifiques que cette taille leur confèrent. Les objets manufacturés à l'échelle nanométrique peuvent aussi être assemblés pour produire des objets dits « nano structurés » qui peuvent atteindre une taille macroscopique, et sont actuellement classés en fonction de leur taille et de leur forme. Ils peuvent se présenter sous la forme de particules fibres ou tubes, de couches minces ou de constituants structurels. Les nano-objets sont généralement décrits ou regroupés en termes des dimensions limitées à l'échelle nanométrique **(ISO/TS 80004-1 :2015, 2.5)** :

- Dans une dimension (nano plaques) ;
- Dans deux dimensions (nano fibres, y compris les nanotubes) ; où
- Dans les trois dimensions (nanoparticules et points quantiques). **(ISO/TS 80004-2 :2015)**.

IV. Définition nanoparticules :

Selon la commission européenne **(2013),** le nano matériel est défini comme un matériel naturel accessoire ou manufacturé contenant des particules ayant au moins une dimension entre 1-100 nm à l'état non lié ou comme agrégat **(Djearamane et al., 2016).** Ces matériaux peuvent être de différentes dimensions : 0D, 1D, 2D ou 3D **(Khan et al., 2017).**

Les nanoparticules (NPs) ne sont pas des simples molécules en soi et sont donc composés de trois couches :

• La couche superficielle, qui peut être fonctionnalisée avec une variété de petites molécules, d'ions métalliques, de tensioactifs et de polymères.

• La couche de coque, qui est un matériel chimiquement différent du noyau dans tous les aspects, etc.

• Le noyau, qui est essentiellement la partie centrale du NP et désigne généralement le NP lui-même **(Khan et al., 2017).**

Du point de vue de la taille, les nanoparticules se situent sur l'échelle du monde vivant entre l'hélice d'ADN (3,4 nm) et un virus (100 nm) **(Angélique et al., 2018).**

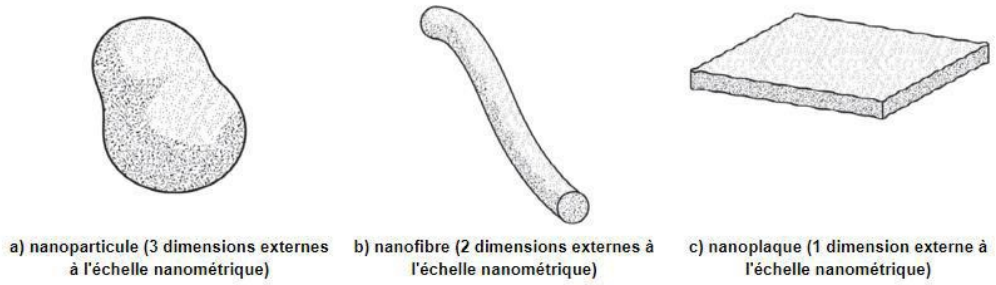


Figure 14: les trois principales formes de nano-objet **(ISO/TS 80004-2 :2015).**

1.IV. L'origine des nanoparticules :

1.1.IV. Les nanoparticules naturelles :

Elles sont produites à la fois à la suite d'événements naturels tels que l'activité volcanique, les réactions de photosynthèse ou encore l'activité marine. On peut en retrouver dans les poussières désertiques. Les nanoparticules sont aussi observées lors du phénomène de combustion **(Chauvel., 2018).**

Certaines bactéries et levures peuvent réduire la toxicité d'un environnement polluant en agissant sur les ions métalliques et en formant des complexes insolubles sous forme de nanoparticules **(Chauvel., 2018).**

2.1.IV. Les nanoparticules artificielles (industrielles ou manufacturées) :

Elles sont produites intentionnellement à l'échelle industrielle par l'homme **(Chauvel., 2018; Reyes et al., 2018).** A l'aide de différents matériaux tels que les oxydes métalliques, les métaux, le carbone, les polymères et les lipides **(Reyes et al., 2018).**

3.1.IV. Les nanoparticules accidentelles

Elles proviennent des procédés chauds par exemple : Feux de bois, gaz d'échappement de véhicule, freinage… **(Ophélie., 2008).**

2.IV. Les différents types des nanoparticules :

Parmi les différentes nanoparticules métalliques, les nanoparticules d'argent (AgNPs) et de zinc (ZnNPs) sont l'un des nanomatériaux les plus essentiels et les plus fascinant. Et sont attiré beaucoup d'attention dans le domaine scientifique. Grâce à leur taille extrêmement réduite, les AgNPs et ZnNPs possèdent une grande surface, ce qui leur offre une énergie de surface élevée et plusieurs sites réactifs. Ces caractéristiques qualifient les NPs comme l'un des matériaux les plus prometteurs en catalyse, médecine, dispositifs médicaux, pharmacologie, biotechnologie, l'électronique, l'ingénierie, l'énergie, les champs magnétiques, ainsi que la remédiation environnementale **(Nasrollahzadeh.,2019. Mahmoudi-Gom Yek., 2019).**

1.2.IV. Les nanoparticules à base d'argent :

L'argent est un métal de transition doux, blanc et brillantent et un élément chimique de numéro atomique 47, symbole Ag. c'est l'un des métaux les plus

anciennement connus, son histoire a débuté il y a des milliers d'années. C'est un métal précieux les Romains l'ont employé pour soigner les blessures, les brûlures et les ulcères **(Yokoyama., 2008).**

Par la suite, il a été employé pour prévenir la contamination de l'eau ou pour éviter les infections oculaires chez les nourrissons par application de nitrate d'argent **(Yokoyama ., 2008),**ses qualités antimicrobiennes, ont été admises dès l'identification des bactéries comme agents responsables d'infections ,de nombreux produits à base d'argent, comme des crèmes composées de sulfadiazine d'argent ou des pansements constitués de feuilles d'argent, ont été utilisées jusqu'à la découverte des antibiotiques. **(Duran N et al ,2007)**

2.2.IV. Propriété physique et chimiques des nanoparticules d'argent :

L'argent (Ag) est le deuxième élément du premier groupe secondaire (IB) du tableau périodique, c'est un métal noble plus réactif que l'or. Sa résistance mécanique peut être améliorée par addition de cuivre. Il a une excellente conductivité, propriété utilisée en électronique. L'argent métallique se déforme facilement à froid, par martelage ou par étirement et il se cisèle facilement. Les sels d'argent sont photosensibles et sont utilisés en photographie **(Huang et yang., 2004).**

3.2.IV. Méthode de synthèse de nano particule d'argent :

Classiquement, les méthodes de synthèse sont divisées en deux grandes approches :

A. L'approche descendante, ou top down :

Regroupant essentiellement physiques (Le broyage à haute énergie, évaporation condensation, procédé d'ablation laser…), consiste en la diminution graduelle de la taille des systèmes actuels jusqu'à atteindre des dimensions nanométriques **(S.Galdaneo., 2001).**

B. L'approche ascendante, ou bottom up : (méthodes chimiques)

Les nanoparticules sont préparées en utilisant des atomes, des molécules ou des agrégats comme entités de départ. Cette voie nécessite l'utilisation de trois composants indispensables Un précurseur, un agent réducteur et un agent stabilisant. Le contrôle précis de la taille, de la distribution de taille, de la forme et de la composition des nanoparticules passe par le contrôle et l'ajustement des divers paramètres de réaction.

La température, la nature et l concentration des réactifs et des agents stabilisants sont autant de paramètres modulables. ***(Madhumitha et Roopan., 2013).***

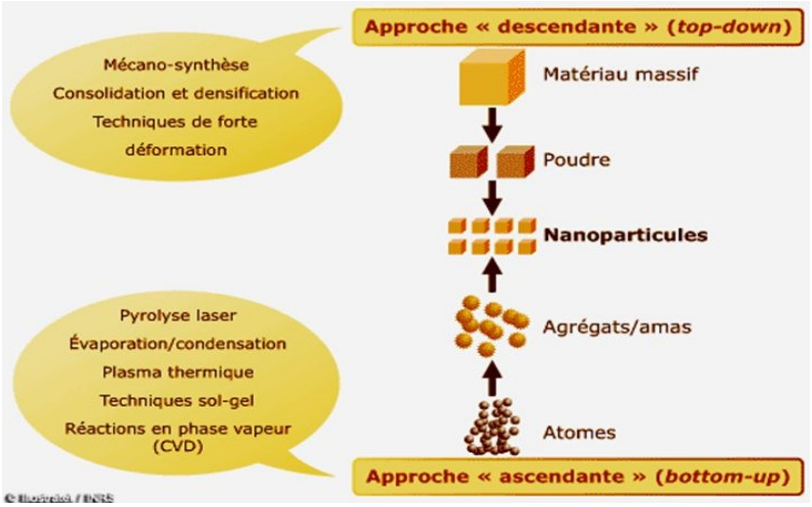


Figure 15: représente les deux approches de synthèse de nanoparticules d'argent **(Madhumitha et Roopan., 2013).**

V. Synthèse biologique de nanoparticules d'argent :

1.V. Définition :

La synthèse verte des nanoparticules émerge progressivement comme une branche clé de la nanotechnologie dans laquelle les nanoparticules sont produites à l'aide d'entités biologiques **(Prateek et al., 2017)**, où La paroi cellulaire chargée négativement interagit électro statiquement avec les ions métalliques chargés positivement et bio réduit les ions métalliques en NPs **(Tran et al., 2013).**

Cette méthode peut être considérée comme une approche respectueuse de l'environnement et également comme une technique à faible coût à haut rendement, et non toxique **(Soliman et al., 2018),** simple, fiable **(Rajeshkumar et Bharath, 2017),** une densité élevée, la stabilité et la solubilité immédiate des nanoparticules préparées dans l'eau **(Zhang et al., 2016).** Par rapport aux méthodes de synthèse chimique et physique qui indiquent une faible biocompatibilité et présentent des risques biologiques latents consomment une énergie importante, nécessitent une pression élevée, coûteuses et ont un faible rendement **(Mohamed et al., 2019).**

2.V. Avantage de la méthode biologique :

- Approche simple, rapide et fiable.
- Faible coût de préparation en raison de la disponibilité de la plupart des matériaux.
- Il n'est pas nécessaire d'utiliser des températures et des pressions élevées.
- La facilité de la méthode ne nécessite pas des techniques compliquées.
- La méthode est sûr et n'utilise ni ne produit des substances toxiques ou nocives pour l'environnement

3.V. Mécanisme de formation de nanoparticules d'argent :

Le processus de formation des nanoparticules en solution est si complexe que la formation de nanoparticules métalliques dans les plantes et les extraits des plantes se déroule en trois étapes principales et de nombreux paramètres peuvent interférer avec la formation des nanoparticules : température, concertation et nature des réactifs. Et agent réducteur **(Srikar et al., 2016).**

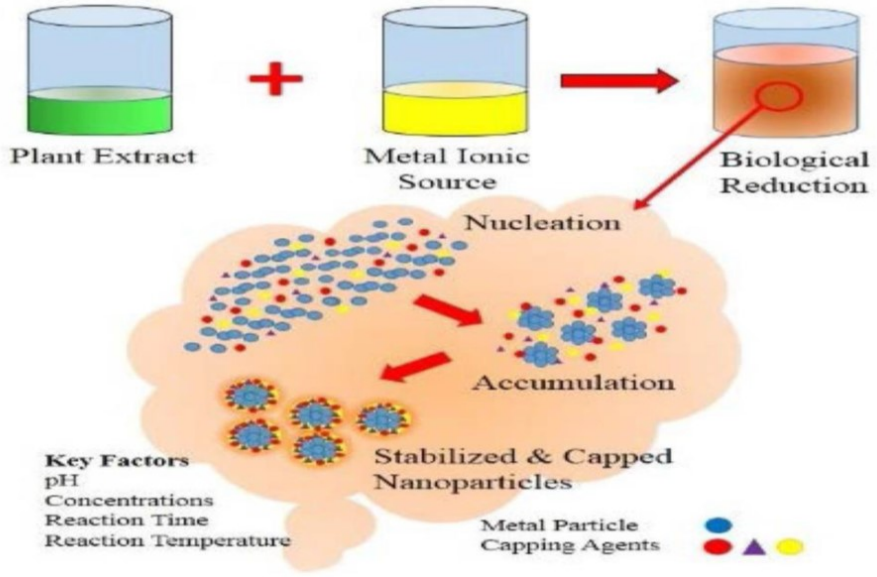


Figure 16:synthèse verte des nanoparticules à partir d'extrait de plante **(Shah et al., 2015).**

1.3.V. Nucléation :

C'est une étape d'activation au cours de laquelle se produit la réduction des ions métalliques et la nucléation des atomes métalliques réducteurs.

Le précurseur métallique est dissous puis réduit pour donner les atomes métalliques de valence nulle. Une sursaturation élevée d'atomes insolubles crée de petits agrégats par collision. Cette deuxième étape est appelée la nucléation : elle correspond à la formation in situ d'une nouvelle phase solide thermodynamiquement stable au sein de la phase liquide.

La formation de noyaux après un certain laps de temps entraîne une diminution de la sursaturation. Ainsi, la vitesse de nucléation diminue et le nombre de particules dans le système devient constant **(Srikar et al., 2016).**

2.3.V. La croissance :

Les *nuclei* ayant atteint un rayon critique vont pouvoir croitre par consommation des monomères se trouvant en solution. Cette étape de croissance est thermodynamiquement favorisée. Plus la concentration en atomes est importante plus les particules vont croitre rapidement **(Srikar et al., 2016).**

3.3.V. Le murissement :

Le murissement Au fur et à mesure que la réaction se poursuit, le taux de sursaturation continu à diminuer. La croissance ne peut plus se poursuivre, et une dernière étape peut intervenir : c'est le phé-nomène de murissement d'Oswald. Il s'agit de l'inter diffusion des atomes des plus petites particules vers les plus grosses **(Srikar et al., 2016).**

VI. CARACTERISATION DES NANOPARTICULES :

Après la synthèse des Nano via la méthode « biologique », une étape très importante est celle de leur caractérisation par la forme, la taille, la surface et la dispersité, pour cela divers des techniques sont utilisées comprennent généralement la spectroscopie ultraviolette visible (UV-Vis), Microscopie électronique à balayage (MEB), la Diffraction des rayons X (DRX), la spectroscopie infrarouge a transformée de Fourier (FTIR) **(Rajeshkumar et Bharath., 2017).**

1.VI. Spectroscopie UV-Visible :

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance (ou densité optique) d'une substance chimique en solution limpide, en utilisant une lumière sen-siblement monochromatique

Mettant en jeu les photons dont les longueurs d'onde sont dans le domaine de l'ultraviolet (200-400 nm), du visible (400-750 nm) ou du proche infrarouge (750 -1400 nm).

La spectrophotométrie UV-visible est l'une des techniques simple, facile, rapide, sensible et la plus couramment utilisée pour la caractérisation des nanoparticules synthétisées. Il s'agit de quantifier la quantité de rayonnement ultraviolet ou visible absorbée par un constituant en solution. Et mesure le rapport, de l'intensité de deux faisceaux de lumière dans la région UV Visible **(Rajeshkumar S et Bharath L.V., 2017).**

2.VI. La spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) :

FTIR est un moyen non invasif, adapté, précieux, rentable, et simple pour étudier le rôle des biomolécules dans la réduction de l'AgNO3 en argent.

Lorsque le rayonnement infrarouge traverse les résultats de l'échantillon, certain de ce rayonnement est absorbé par l'échantillon et reste traversé. Le spectre résultant signifie l'absorption et la transmission en créant une empreinte moléculaire d'échantillon qui représente son identité **(Rajeshkumar et Bharath, 2017).**

3.VI. La microscopie électronique à balayage (MEB) :

C'est une technique couramment utilisée, car la manipulation de ce type d'appareillage est assez commune, dont la résolution reste assez bonne, variant entre 1 à 7 nm. Outre l'observation de la microstructure, elle permet d'identifier la composition chimique à l'échelle locale et même globale de l'échantillon, via l'analyseur EDX, incorporé dans l'appareil **(Belfennache., 2010).**

4.VI. Diffraction des rayons X (DRX) :

Le spectre DRX des AgNPs bio synthétisés indique la réduction de nitrate d'argent en AgNPs et l'état d'oxydation des particules, ainsi la cristallinité d'argent

Ag°. La taille cristalline moyenne des AgNPs s'est à peu près être de 12,95nm à un visage cubique centré **(Belfennache., 2010).**

VII. Les activités biologique de NPs :

Mécanisme d'activité antimicrobienne des nanoparticules d'argent :

Les nanoparticules de métaux nobles, en particulier celles de l'argent sont largement utilisées en tant qu'agents antibactériens **(Le et al., 2010 ; Shrivastava et al., 2010)** ont étudié l'activité antibactérienne de nanoparticules d'argent contre les bactéries d'Escherichia coli et de Staphylococcus aureus.

Ainsi Ils ont été utilisés dans les stations d'épuration pour le traitement des eaux usées et ont montré une activité antibactérienne intéressante. La dispersion d'argent sur les surfaces de la membrane a amélioré l'activité antimicrobienne contre E. coli et S. aureus. Les résultats de cette recherche ont confirmé que la membrane Ag- PES peut inhiber presque la croissance bactérienne à 100% **(Jain et Pradeep., 2005).**

Ils sont montrés un effet antibactérien à long terme par rapport à deux autres désinfectants l'hypochlorite de sodium (NaClO) et le phénol (C6H5OH) **(Tran et Nguyen., 2013).**

L'activité biocide des nanoparticules dépend de plusieurs caractéristiques morphologiques et physicochimiques (par exemple, taille, forme et surface) les AgNPs de plus petite taille sont plus susceptibles de traverser la membrane cellulaire et d'entrer dans la cellule, la concentration d'AgNPs qui empêche la croissance bactérienne est différente pour chaque type de bactérie **(Carolina et Avinach., 2014).**

IIX. Effets néfastes de l'argent sur l'Homme :

L'argent sous forme de nanoparticules peut pénétrer dans le corps humain par différentes voies. Après ingestion ou contact dermique en présence d'une lésion cutanée, les nanoparticules métalliques peuvent se retrouver dans la circulation sanguine et/ou lymphatique et s'accumuler dans les organes provoquant une perte d'identité cellulaire, une réduction de la capacité de prolifération et des modifications de la structure des organites et du noyau cellulaire **(Saulou-Berion, 2009).**

La dangerosité des nanoparticules vient principalement de leur forme et de leur taille, car elles peuvent être facilement inhalées et interagir avec les voies respiratoires, puis cardiovasculaires **(Saulou-Berion., 2009).**

L'une des conséquences négatives de l'argent ionique pour l'Homme est l'argyrie (ou argyrose, du grec « argyros » qui signifie argent), qui correspond à la coloration bleu-gris de la peau (ex : visage, bras, mains, base des follicules des cheveux, ongles), des yeux et des muqueuses **(Saulou-Berion., 2009).**

La deuxième partie : la partie expérimentale

Premier chapitre :
Matériels et méthodes

I. Objectifs d'études :

Dans cette étude comparative, nous avons évalué le pouvoir antimicrobien des extraits éthanolique et aqueux de trois plantes : *Erica arborea*, *Pistacia terebinthus* et *Tamarix tetrandra*, récoltées dans la région d'El Hamdania, wilaya de Médéa sur des différentes souches bactériennes et fongique. De plus, nous avons étudié les effets synergiques entre ces extraits et les nanoparticules d'argent (AgNPs) synthétisées à partir des extraits aqueux de ces trois plantes.

Nous avons également évalué l'activité antioxydante des extraits éthanolique et aqueux de chaque plante en utilisant la méthode de piégeage du radical libre DPPH,

En parallèle, nous avons réalisé une étude photochimique des extraits de plantes afin de mieux comprendre leur composition chimique.

.

II. Matériel:

1.II Matériel du laboratoire:

Tableau 8*:* le matériel du laboratoire utilisé dans la partie pratique

Matériels	**But d'utilisation**
Plaque chauffante avec agitation	• Pour la préparation des extraits aqueux et éthanolique. • La préparation des milieux de cultures.
Etuve	• Pour le séchage des extraits. • L'incubation des microorganismes.
Rota vapeur	• Pour la séparation du solvant utilisé dans l'extrait.
Pompe sous vide	• Pour la filtration de l'extrait .
Balance	• Pour effectuer les pesées.
Vortex	• Pour l'homogénéisation.
Autoclave	• La stérilisation de matériel et les milieux de culture.
Centrifugeuse	• Pour la séparation des nano particules.
Spectrophotomètre UV	• Pour les études phytochimiques.
Densitomètre	• pour mesurer la densité des suspensions bactériennes.
les boites de pétrie	• Pour la culture des bactéries.
Verreries : bécher, fioles, entonnoirs, tube à essai, erlenmeyer, les flacons, éprouvette Verre de montre, l'ance de platine, portoire,	• Pour les manipulations.
Papier aluminium	• Pour recouvrir les extraits et certain produits.
Disques imbibé schleicher & schuell	• Pour l'antibiogramme.

2.II. Produits:

Tableau 9: les produits utilisé au long de ce travail

Eau distillé	Muller hinton	Butannol
Ethanol 95	Soja agar	Méthanol
Eau physiologie	Bouillon nutritive	ALCL3
DMSO	Agar agar	HCL
DPPH	Sabouraud	Sodium acétat
Folin-ciocalteau	TPTZ	Acide glacial
Acide ascorbique Vitamine C	Potasium acétat	NA2CO3

3.II. Matériel végétal:

Notre étude a porté sur la récolte de la partie aérienne de (*Pistacia terebinthus), (Erica arborea) et (Tamarix tetrandra)* .



Figure 17*: Erica Arborea*



Figure 18: *Pistacia terebinthus*



Figure 19*: Tamarix tetrandra*

III. Méthodes :

1.III. Période et lieu d'étude :

Ce travail a été effectué entre février et juin 2023 en collaboration avec différents laboratoires en Algérie. Il s'agit du laboratoire universitaire situé à Ouezra Médea, laboratoire de Microbiologie et Physico-chimie du complexe antibiotique SAIDAL à Médéa, ainsi que du laboratoire physico-chimique du Centre de Recherche Technologique des Semi-conducteurs pour l'Énergétique d'El Harrache

2.III. La récolte des plantes:

Erica arborea : a été récoltée de la région de Hamdania station Sidi-rabah.

Pistacia terebinthus : a été récolté de la région de Hamdania station Bni-salmen.

Tamarix tetrandra : a été récoltée de la région de Hamdania station oued cheffa,

3.III. Préparation du matériel végétal :

Pour faciliter l'extraction des composés phénoliques à partir des feuilles et tiges des opérations de prétraitement de ces matériels ont été effectuées :

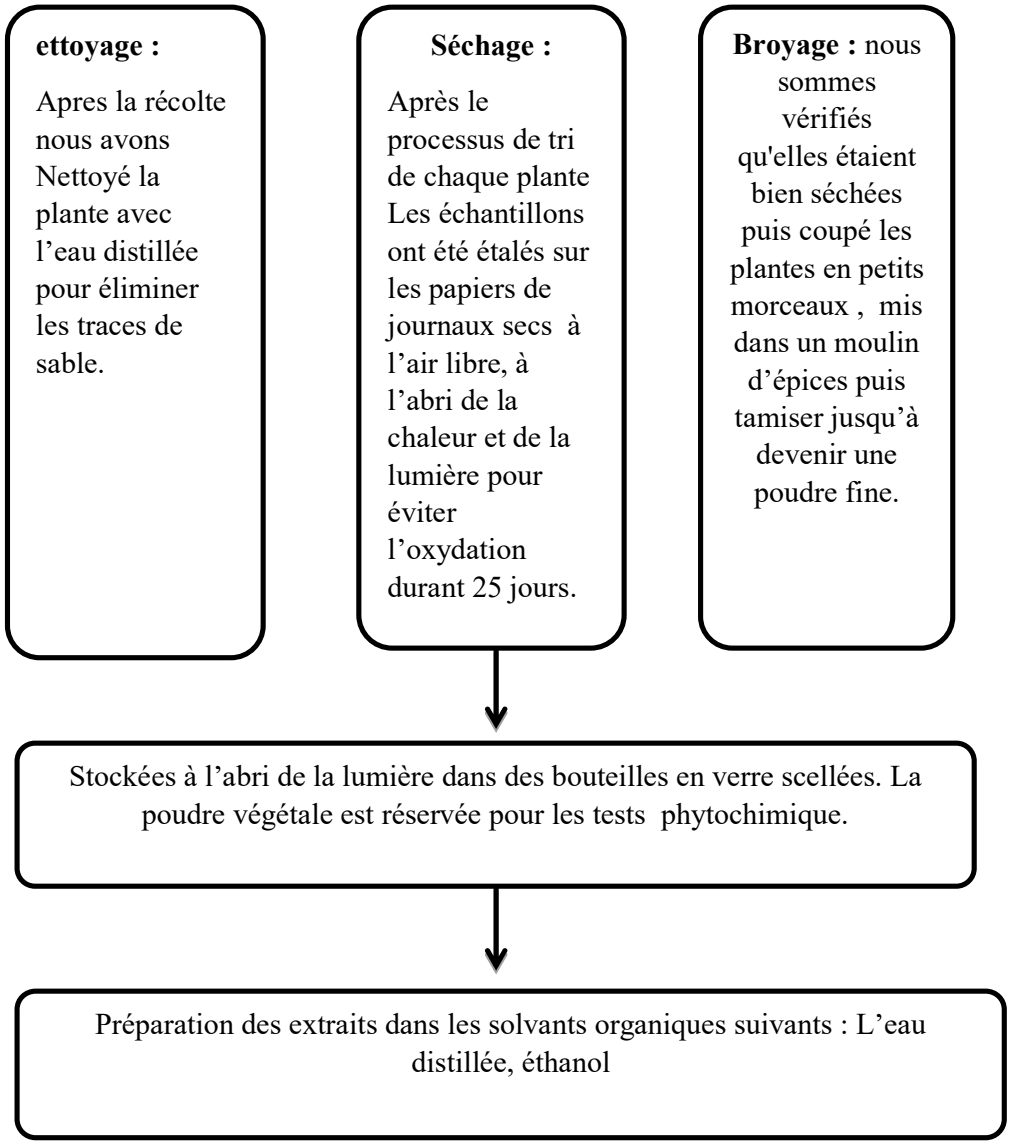


Figure 20: La préparation de matériel végétal

Ⅳ. Procédés d'extraction:

1.Ⅳ. Préparation des extraits aqueux:

L'extrait aqueux a été préparé par macération de 50 g de biomasse végétale dans 500 ml d'eau distillée et menée dans un erlenmeyer fermé à l'abri de la lumière avec papier aluminium sous agitation pendant 24h**.**

Après 24 h filtré premièrement par papier filtre (la méthode classique) avec un entonnoir ensuit met l'extrait dans la pompe (filtration sous vide) pour éliminer toutes les particules et obtenir des solutions claires.

Et pour la séparation du solvant utilisé dans l'extrait en utilisé la méthode de l'évaporation rotatifs à l'aide d'un rota vapeur, Préalablement : faire chauffer l'eau dés ionisée du bain-marie en réglant sa température à l'aide du thermostat : la température du bain-marie sera adaptée au point d'ébullition sous pression réduite du solvant à extraire, l'évaporation d'un solvant dans le but de récupérer le solide qui y est dissous. Cette évaporation permet l'extraction d'un solvant dont la température d'ébullition est abaissée en travaillant sous pression réduite.

L'abaissement de la pression permet d'évaporer l'eau distillé a température élevé 90 c°. Puis le mélange final a été met dans des boites de pétri et séché à 35 c° dans des étuves pendant au moins une semaine Après le séchage gratté avec une spatule pour obtenu une poudre.

2.Ⅳ. Macération dans l'éthanol 70%:

Selon **(Zirihi et al. 2003)** l'extrait éthanolique a été préparé par macération de 50 g de poudre végétale dans 500 ml du solvant 70% éthanols et 30% eaux distillées, met sous agitation 24h à l'abri de la lumière. Ensuite, nous faisons les mêmes étapes, l'éthanol est l'alcool le plus connu permet d'évaporer à température réduite à 60 c°. Puis séché dans une étuve à 35 c° pour obtenir la poudre.

Cette poudre stockée dans des flacons stérile en verre ou plastique jusqu'au faire notre études.



Figure 21:la préparation de l'extrait



Figure 22: la filtration de l'extrait



Figure 23*:* la séparation de solvant



Figure 24: le séchage de l'extrait dans l'étuve

3.Ⅳ.Rendement d'extraction :

Le rendement d'extraction est calculé par la formule donnée par **(Falleh et al,. 2017):**

.

$$R\ (\%) = 100\ Mext/Méch$$

Où :

R : est le rendement en %.

M ext : est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg

M éch : est la masse de l'extrait sec résultant.

V. Dosage des composés phénoliques:

Acides phénoliques largement répandus dans les plantes Chaque composé élué de l'adsorbant a été automatiquement estimé quantitativement par un spectrophotomètre ultraviolet enregistreur : des quantités aussi faibles que 0,1 mole ont pu être détectées. **(Allbert., 1973)**

1.V. Dosage des poly phénols totaux:

Les phénols totaux ont été déterminés par une méthode colorimétrique basée sur une réaction au Folin- Ciocalteu selon **(Singleton et Rossi., 1965).**

1.1.V. Principe :

Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune, est une technique analytique pratique est largement appliquée pour la détermination des teneurs phénoliques totales dans les produits naturels. Cette méthode est significativement affectée par l'ajout de carbonate de sodium, dont l'absorption maximum à environ 760-765 nm **(Chen., 2015).**

2.1.V. Mode opératoire :

100 ul de chaque extrait ont été mélangé avec 1ml de Folin- Ciocalteu diluée et incubés à la température ambiante pendant 3 à 5 minutes, Après l'addition de 500ul de bicarbonate de sodium au mélange incubé 1H à l'abri de la lumière L'absorbance a été mesurée avec un spectrophotomètre UV-VIS à DO=765 nm, l'apparition d'une couleur bleue fut le signe de la présence des polyphénols dans l'extrait **(Wong.,2006).**



Figure 25 : les polyphénols totaux **(Original 2023).**

2.V. Dosage des flavonoïdes totaux:

1.2.V. Principe :

Est basé sur la complexation des flavonoïdes par l'aluminium suite à la chélation de métaux (Al3+).

2.2.V. Mode opératoire :

- Dans des tubes à essai en met 100ul de chaque extrait mélangé puis en ajoute 500ul d'une solution standard de Alcl3
- Ensuit en ajoute dans 500ul de potassium d'acétate 120mM puis incubé pendant 30mnt l'absorbance a été mesurée par rapport au blanc préparé de réactif au DO = 415 nm **(Fercha & Bousselsela., 2014).**

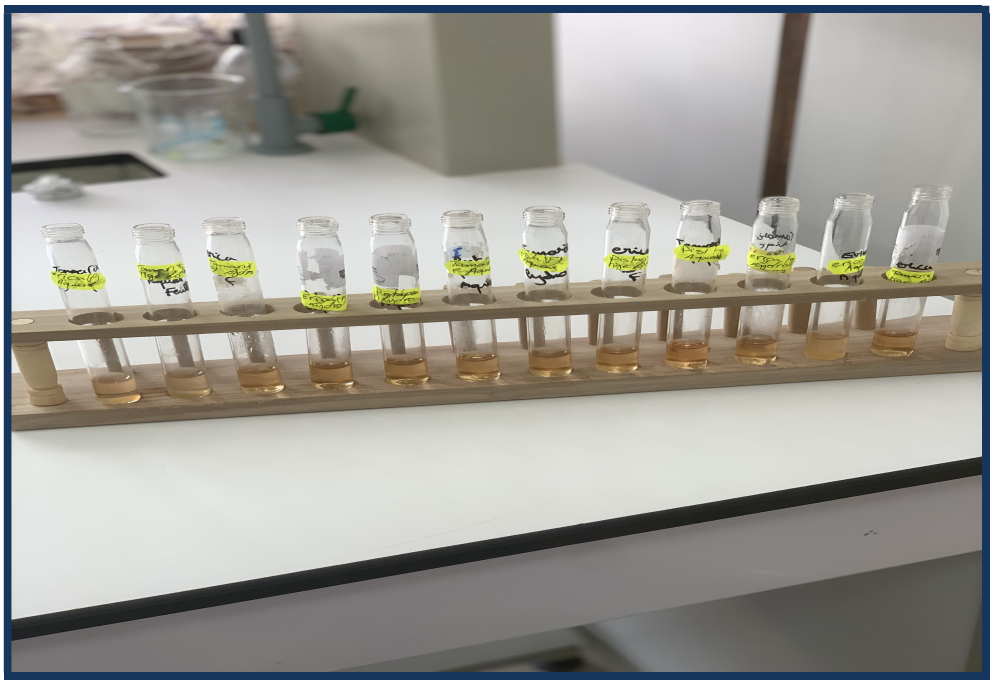


Figure 26*:* Flavonoïdes totaux **(Original 2023).**

3.V. Dosage des tanins condensés:

1.3.V. Principe :

Sont des polymères de polyphénols. Ces derniers ont été mis en évidence par la réaction au chlorure de fer dans les extraits bruts.

2.3.V. Mode opératoire :

- on a préparé une solution de butanol et 500 ml HCL et on a ajouté 77mg de FeSO4

- met 250ul de chaque extrait dans des tubes à essai puis on ajout 2.5 ml de cette solution et met au bain marie à 95 c° pendant 15 mnt , l'absorbance a été mesurée a DO= 530 nm **(Bekro et al., 2008).**

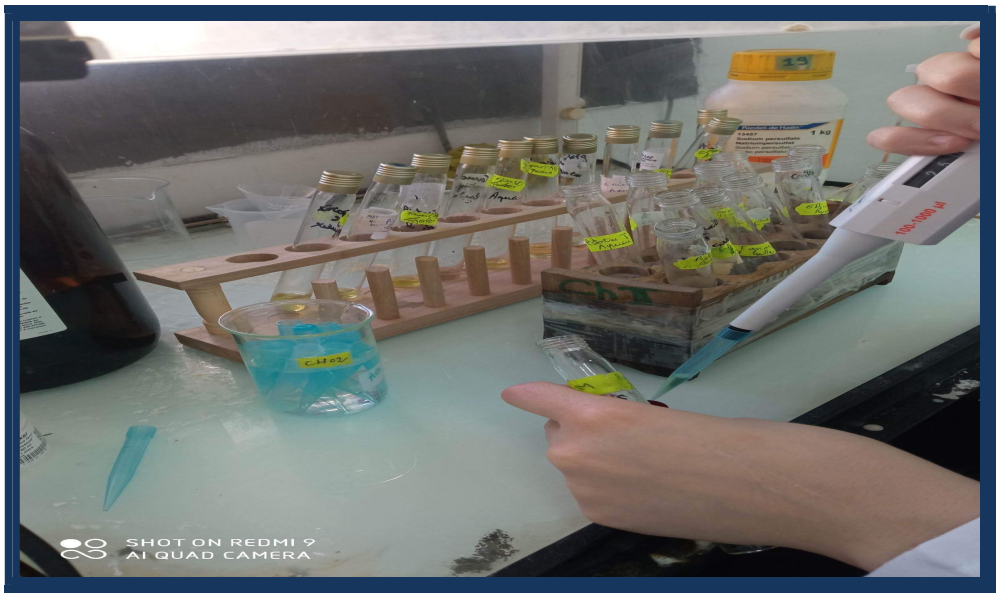


Figure 27: Tanins condensé **(Original 2023).**

4.V. Dosage des saponines:

Les résidus sont repris dans 5 ml d'eau distillée, puis introduits dans un tube à essai. Le tube à essai est agité vigoureusement. La formation d'une mousse (hauteur supérieure à 1 cm) mesuré avec une règle, persistant pendant 1 h indique la présence abondante de saponines. Nous courrions 6 dilutions pour chaque extrait **(Bekro et al., 2008)**

.

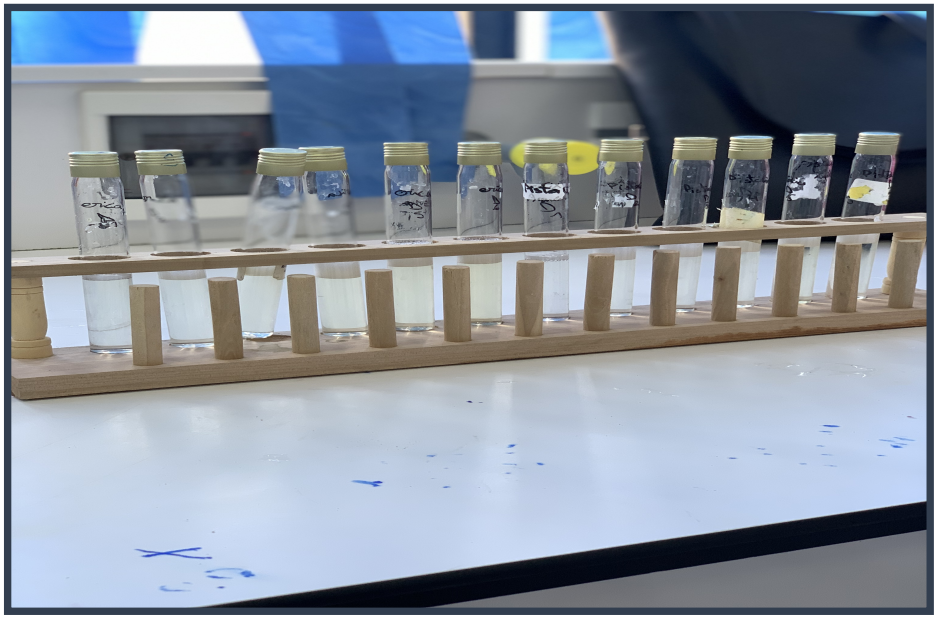


Figure 28: test de saponine **(Original 2023).**

VI. Détermination de l'activité antioxydants :

1.VI. Préparation des échantillons d'acide ascorbique

1.1.VI. Principe :

Dans le but de comparer l'effet antioxydant potentiel de nos extraits, nous avons évalué l'activité antioxydant de l'acide ascorbique.

2.1.VI. Mode opératoire :

- Une solution mère contient 10 mg d'acide ascorbique dans 10 ml d'eau distillé
- Préparation de différentes dilutions (0.05 mg/ml, 0.1 mg/ml, 0.2 mg/ml, 0.3 mg/ml).
- 200ul de chaque dilation aqueuse d'acide ascorbique sont ajouté a 800 =ul de la solution méthanoïque du DPPH
- La lecture de l'absorbance à 517nm après 30mnt d'incubation

2.VI. Estimation du pouvoir anti radicalaire (DPPH•)

1.2.VI. Principe :

L'activité du balayage du radical DPPH a été mesurée selon le protocole décrit par **(Lopes-Lutz et al., 2008**). Les radicaux les plus fréquemment utilisés le 2,2-diphényl-1- picrylhydrazyl (DPPH) et 2,2-O-azino-bis (3-éthylbenzolin-6- acide sulfonique)

Le DPPH a une couleur violet foncé lorsqu'il est piégé avec des substances antioxydants contenant de l'hydrogène présentes dans l'extrait de plante, la forme réduite conférée à la solution d'un jaune pâle couleur, le virage vers cette coloration et l'intensité décoloration de la couleur du liquide formé en solution dépend de la nature, de la concentration et de la puissance.

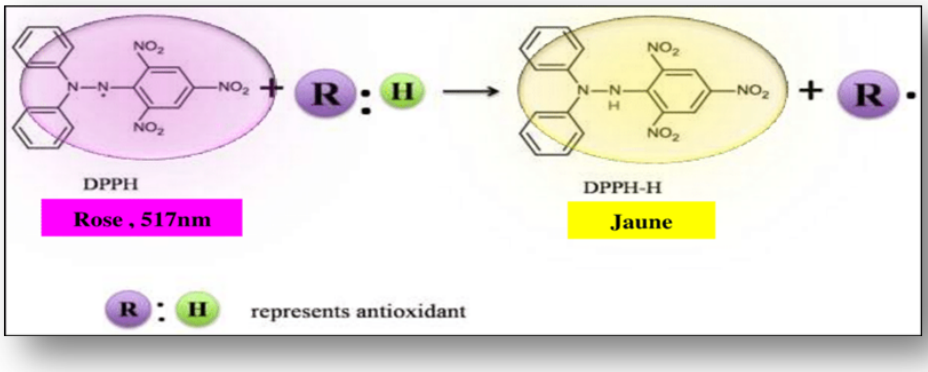


Figure 29: Mécanisme réactionnel du test DPPH **(Lopes-Lutz et al., 2008).**

2.2.VI. Mode opératoire :

L'étude a été réalisée en plusieurs étapes

A. Préparation de la solution du DPPH :

- La préparation de la solution DPPH obtenu par la dissolution de 4mg de DPPH dans 100ml de méthanol, Nous pouvons diviser la quantité 2 mg dans 50ml selon le besoin.

B. Préparation des échantillons :

- La solution mère a été préparée par la dissolution de l'extrait 5 mg dans 5 ml de l'éthanol ou l'eau distillée selon le besoin.
- A partir de la solution mère de chaque extrait on a préparée six dilutions avec l'eau distillée 100% 80% 60% 40% 20% 10%.
- Dans des tubes à essai en ajouté un volume de 0.1ml de dilution et 3.9 ml DPPH.
- incubés à l'abri de la lumière pendant une heure.
- la lecture a été fait avec UV visible dans DO= 517nm.
- On utilisant l'éthanol comme blanc pour les extraits éthanolique et l'eau distillé pour les extraits aqueux

3.VII. Expression des résultats :

Lorsque le radical DPPH est réduit, il change de couleur en virant au jaune.

Les absorbances obtenues lors de cette réaction sont utilisées pour calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, qui est proportionnel au pouvoir anti radicalaire de l'échantillon :

Selon **(Bentabet, Boucherit-Otmani, et Boucherit 2014**) Le pourcentage de piégeage du radical est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$[(A1-A2)/A1] \times 100$$

Dans cette équation :

A1 : représente l'absorbance du contrôle, c'est-à-dire la solution de DPPH sans ajout d'extrait.

A2 : représente l'absorbance en présence de l'extrait.

4.VII. L'IC50 (concentration inhibitrice à 50 %) :

Une mesure utilisée pour évaluer la concentration nécessaire de l'échantillon testé afin de réduire de 50 % les radicaux DPPH, pour calculer l'IC50, une régression linéaire des graphiques tracés est effectuée, en utilisant les pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations des fractions utilisées. Ce calcul peut être réalisé à l'aide du logiciel SigmaPlot **(Bertoncelj., 2007 ; Fabri., 2009 ; Scherer., 2009).**

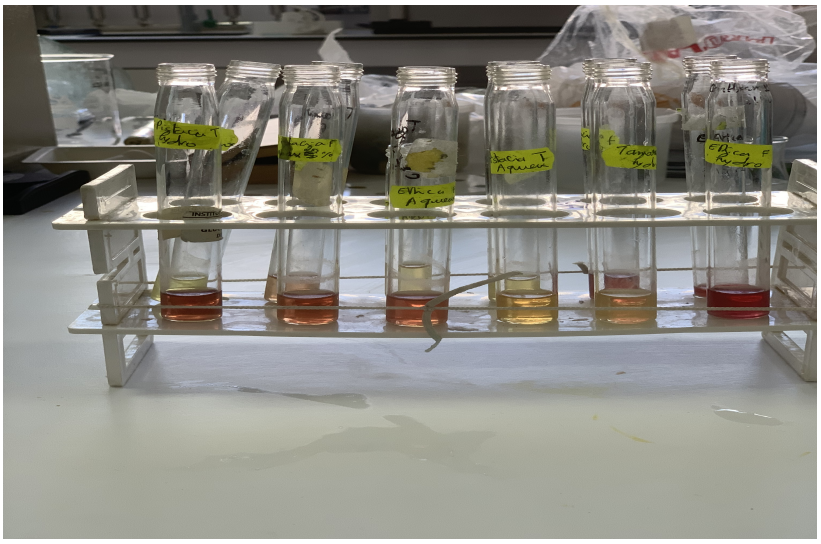


Figure 30: Activité anti oxydante de plantes étudiée **(Original 2023).**

VII. Biosynthèse des nanoparticules d'argent :

Tout d'abord, L'extrait aqueux a été préparé par 5 g de biomasse végétale dans 100 ml d'eau distillée en chauffant à 60 ° C pendant 15 minutes, et filtré par une filtration sous vide pour éliminer toutes les particules et obtenir des solutions claires, et une solution a été préparée avec d'AgNO3 agitée avec l'eau distillé à l'aide d'un mélangeur magnétique jusqu'à ce que la totalité du nitrate soit dissoute.

20 ml de l'extrait aqueux de plante a été ajouté goutte à goutte à 90 ml de solution de nitrate d'argent 2 mM. Le mélange réactionnel a été maintenu à 60 °C pendant 15 minutes sous agitation mécanique constante.

La solution incolore de nitrate d'argent est passée au brun foncé qui indiquant la formation d'AgNPs . Après la synthèse des AgNPs, centrifugée à 4500 tr / min pendant 30 min pour séparer les AgNPs, Le culot a été lavé par l'éthanol une fois puis 3 fois

l'eau distillée plusieurs fois pour éliminer les impuretés et de l'éthanol à 90% pour obtenir une poudre d'Ag NPs pure.

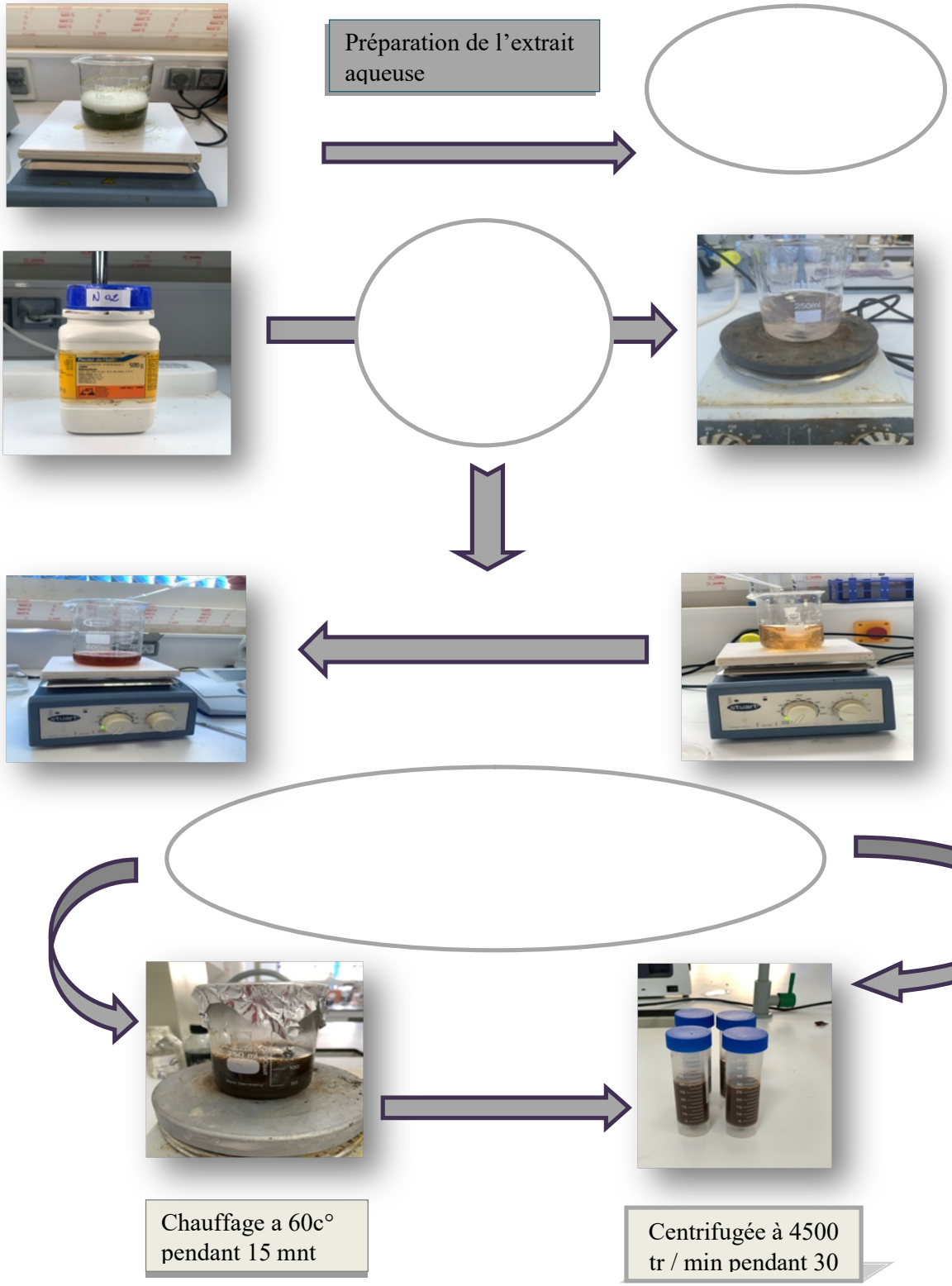




Figure 31: les étapes de la synthèse verte des Nanoparticules d 'argent **(Original 2023).**

1.VII. La caractérisation des nanoparticules d'argent:

Effectivement, il existe plusieurs méthodes pour caractériser les nanoparticules, et le changement de couleur de la solution est souvent considéré comme le premier signe de la formation de nanoparticules. Ce phénomène est généralement observé lors de la synthèse de nanoparticules d'argent.

A. ont été caractérisés par **La spectroscopie UV-Visible** est utilisée pour l'estimation de la taille moyenne et de la polydispersité des particules d'argent **(Patry., 2012)**. Les échantillons d'extraits de plantes et de nanoparticules d'argent (AgNPs) ont été analysés en utilisant un spectrophotomètre à double faisceau UV-visible. Pour cette analyse, une cuve en quartz a été utilisée, et les mesures ont été effectuées dans la plage de longueurs d'onde de 200 à 800 nm..

B. Les spectres infrarouge à transformée de FOURIER (IRTF) ont été effectués à l'aide d'un appareil de type VERTEX 70 dans la gamme des longueurs d'onde de 400 cm-1 à 4000 cm-1; la résolution spectrale est de 4,0 cm-1. Les pastilles ont été réalisées à partir d'un mélange intime d'échantillon tamisé à100 µm (1 mg). Cette méthode a été très utilisée dans la caractérisation et identifier les groupements fonctionnels présentes dans un échantillon ainsi que les liaisons développées après la formation des nanoparticules d'argent **(Guerrero-Pérez et Patience., 2020).**

C. **un microscope électronique à balayage** pour observer la topographie ou la morphologie d'une surface, utilise une sonde électronique, c'est-à-dire la source

d'électron obtenue en formant à l'aide de lentille (généralement magnétique) Les nanoparticules d'argent placées à l'intérieur de grilles de carbone et observer la microstructure de la surface et EDX montrant la composition et le pourcentage des nanoparticules d'argent (Vicario, Pitaval, and Fontaine n.d.)**.** La microstructure de surface des nanoparticules d'argent a été observée à l'aide d'un microscope électronique à balayage (MEB) de type COXEM-30, le MEB fonctionnait à une tension d'accélération de 25 kV, et un grossissement de 30 000X a été utilisé. Pour cette observation, les nanoparticules d'argent ont été placées à l'intérieur de grilles en carbone afin de permettre une visualisation précise de leur microstructure de surface, la composition des nanoparticules d'argent a été déterminée à l'aide de la technique de spectrométrie à dispersion d'énergie (EDX). Cette technique permet de déterminer les éléments présents dans les nanoparticules d'argent ainsi que leur pourcentage respectif.

IIX. Évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits et des nanoparticules d'argent et leur effet synergique:

Nous avons utilisé la méthode d'aromatogramme, c'est une méthode de diffusion des disques sur milieu gélosé (Randrianarivo et al. n.d.) , ce test a été t réalisés au niveau de laboratoire de microbiologie de groupement Saidal-Médea.

1.IIX. Préparation des extraits

- Pour les extraits aqueux et éthanolique on a préparé trois dilutions pour chaque extrait d1, d2, d3 dans une solution contenant 80% d'eau distillée et 20% de DMSO et homogénéisées par vortex.
- La dissolution de 6mg/ml des nanoparticules d'argent de chaque plante et on a préparé trois dilutions d1, d2, d3 correspondant 100%, 50%, 25%. Pour chaque type AgNPs.P, AgNPs.E, AgNPs.T.
- Pour l'effet synergique entre les feuilles et les tiges de la même plante on a étudié tous les probabilités possible on a utilisé les trois dilutions précédents.
- Et pour l'effet synergique entre les plantes ont à préparer six probabiltés pour les extraits aqueux et ethanoliques avec les trois dilutions
- Pour l'effet synergique entre les plantes et leur AgNPs on a utilisé trois dilution des extraits aqueux des feuilles.

- Pour le contrôle positif on a choisi des antibiotiques différents gectamicine , Azitromycine et amoxiciline pour les bactéries et Nystanine pour les champignons , Pour le contrôle négatif on a utilisé le DMSO

Les probabilités possibles :

Feuille Pistacia.Tetendra éthanolique avec tige Pistacia.terebinthus éthanolique.

Feuille Pistacia.Terebinthus aqueux avec tige Pistacia.Terebinthus aqueux.

Feuille Erica.Aarborea aqueux avec tige Erica.Arboea aqueux.

Feuille Tamarix.Tetandra éthanolique avec tige Tamarix.Tetandra éthanolique.

Feuille Tamarix.Tetandra aqueux avec tige Tamarix.Tetandra aqueux.

Feuille Pistaciat.Terebinthus éthanolique avec Feuille Erica.Aarborea éthanolique.

Feuille Pistacia.Terebinthus aqueux avec Feuille Erica.Arborea aqueux.

Feuille Erica.Arborea éthanolique avec feuille Tamarix.Teaendra éthanolique.

Feuille *Erica.Arborea* aqueux avec feuille Tamarix.Tetandra aqueux.

Feuille Tamarix.T éthanolique avec Feuille Pistacia.T éthanolique.

Feuille Tamarix.T aqueux avec Feuille Pistacia.T aqueux.

Et Pour l'effet synergique entre plantes et AgNps :

AgNps.Pistacia terebinthus avec Feuille Pistacia.Terebinthus aqueux

AgNps.Tamarix tetandra avec feuille Tamarix.Tetandra aqueux

AgNps.Erica arborea avec feuille Erica.arborea aqueux

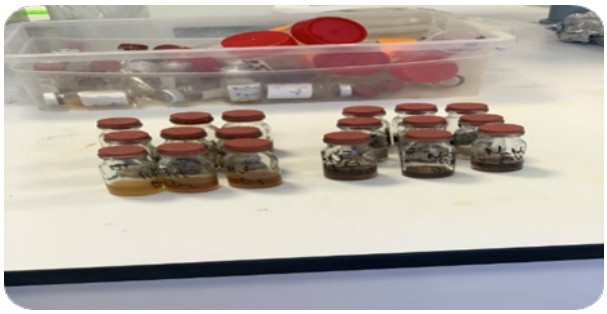


Figure 32: Les dilutions des extraits des plantes et les nanoparticules d'argents **(original 2023)**

2.IIX. Les souches utilisées:

Les souches microbiennes testé sont des souches de référence et sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 10: les références des souches utilisées

Nom de la souche	Gram	La référence
Staphylococcus epidermidus	Positif	ATCC12228
Staphylococcus aureus	Positif	ATCC 6538
Echerichia coli	Négatif	ATCC 8739
Bacilus subtilis	Positif	ATCC 6633
Salmonella typhemirium	Négatif	ATCC 14028
Candida albican	/	ATCC 10231
Saccharomyce cervisiae	/	ATCC 9763

Toutes ces souches sont aimablement fournies par le Laboratoire de microbiologie, groupement de Saidal à Médea

3.IIX. Préparation de l'inoculum:

- Chaque culture de souche à étudier est ensemencée en stries sur une gélose non inhibitrice pour obtenir des colonies isolées, Après une incubation d'une nuit (environ 18 heures) à 37 °C, 4 à 5 colonies bien isolée sont prélevées à l'aide d'un écouvillon puis déchargé dans un 5 ml d'eau physiologique 0.9%.
- On homogénéise tous les tubes de suspension bactérienne à l'aide du vortex (2-5 minutes)
- Ajusté l'opacité de la suspension de manière à obtenir une densité optique comprise entre 0,08 à 0,1pour une longueur d'onde de 530 nm (environ 108 UFC/mL) (Aouni, Pelen, and Soulimani 2013)

4.IIX. L'aromatogramme:

En utilisent la méthode de diffusion de disque sur milieu gélosé de muller hinton pour les bactéries et sabouraud pour le champignon

Ce test a été réalisé pour étudier l'antibiogramme standard des germes utilisés et le comparer avec l'effet de nos extraits bruts. C'est une méthode de mesure in vitro du pouvoir antibactérien, existe deux types d'aromatogrammes, en milieu solide, liquide, sont exploitables. Cependant, en pratique quotidienne, c'est le milieu solide qui est le plus simple et le plus facilement reproductible.

L'aromatogramme représente cependant un point de repère essentiel puisque sa technique est identique à celle utilisée pour mesurer l'activité bactéricide des antibiotiques ***(El et al. 2014)*.**

1.4.IIX. Mode opératoire:

A. La méthode en milieu gélosé :

- La gélose de Mueller Hinton solide et stérile est versée dans des boîtes de Petri et laissée refroidir dans une zone stérile, en utilisant un bec de Bunsen.

- Dans des tubes à essai, 5 ml de Mueller Hinton semi-solide sont mélangés avec 200 µl de suspension bactérienne préparée, puis versés sur les boîtes de Petri préalablement coulées. On laisse sécher pendant quelques minutes.

- Les disques de Scheicher et Schuell sont placés dans un flacon en verre, puis autoclavés pendant 20 minutes à 120 °C afin de prévenir toute contamination par des germes exogènes pendant l'expérience.

- À l'aide d'une pince stérile, les disques imprégnés d'extrait ou de solution d'AgNPs sont déposés sur la surface des boîtes de Petri. Pour favoriser la diffusion de l'extrait, les boîtes de Petri sont conservées à une température de 4 °C pendant au moins une demi-heure.

- Pendant l'incubation, la substance est supposée se diffuser dans la gélose, créant ainsi un gradient de concentration dépendant de la substance ***(Fontanay et al., 2015).***

2.4.IIX. La lecture :

Après l'incubation, à la sortie de l'étuve l'absence de la croissance microbienne se traduit par un halo translucide autour du disque, La lecture des résultats se fait par la mesure du diamètre de l'auréole d'inhibition développée et exprimé en (mm) par la méthode de Fisher-Lilly.

Chaque halo, une zone claire montre la destruction des germes pathogènes et donne une indication précise de l'activité antibactérienne des extraits utilisées.

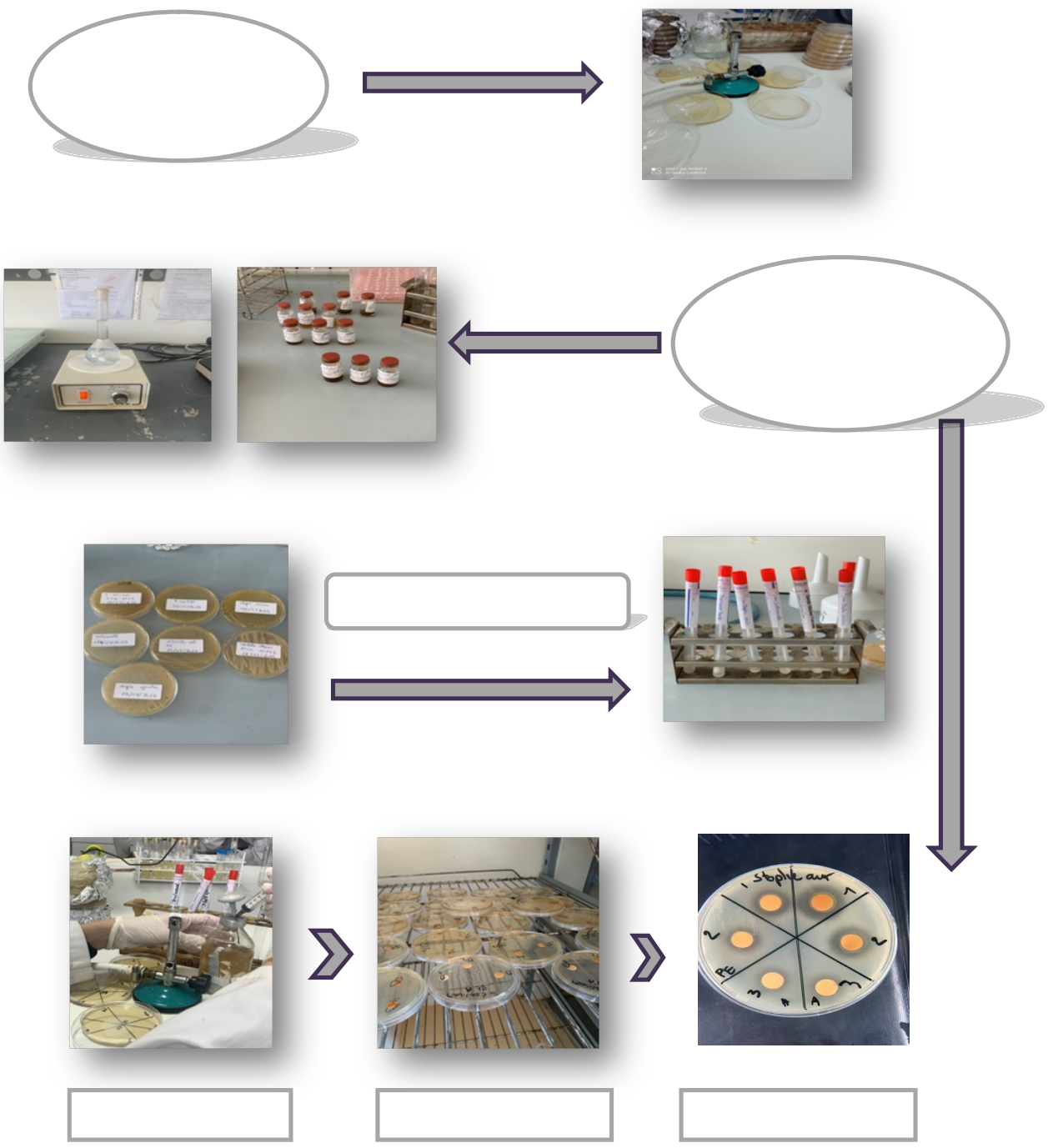


Figure 33: schéma récapitulatif de l'activité antimicrobienne**(original2023).**

Deuxième chapitre :
Résultats et discussion

I. Rendement des extraits :

Nous avons calculé les rendements des différents extraits préparés pour chaque plante *Erica arborea, Pistacia terebinthus et Tamarix tetrandra,* les résultats sont récapitulés dans la figure suivante :

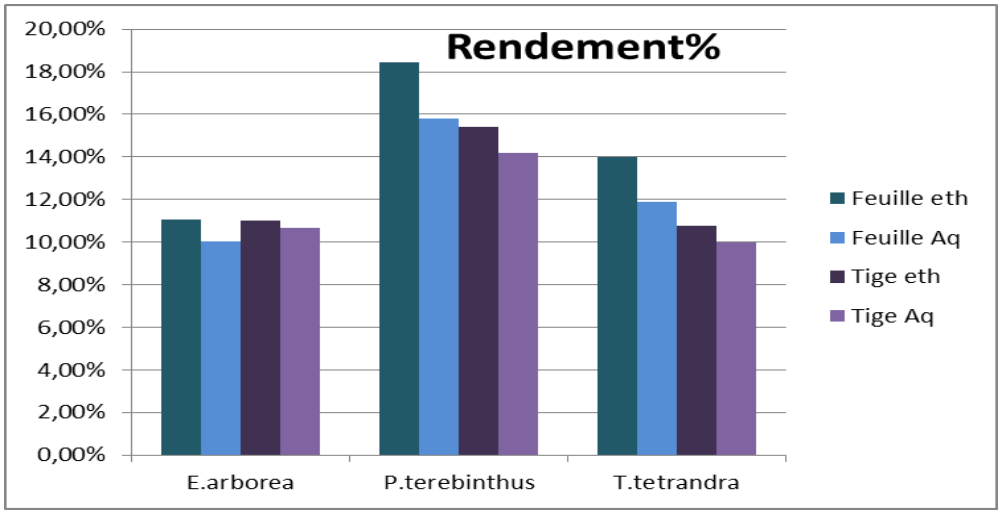


Figure 34*:* Les pourcentages des rendements de différentes plantes

D'après les résultats motionné, les rendements en extraits brut compris entre 9,69 % et 18,45 %.et les extraits éthanolique montré des valeurs importante par rapport aux extraits aqueux.

Plus précisément, l'extrait éthanolique des feuilles de *Pistacia terebinthus* a fourni le rendement le plus élevé, atteignant 18,45 %. En revanche, l'extrait aqueux des tiges de *Tamarix tetrandra* a présenté le rendement le plus faible, avec seulement 9,69 %.

Les extraits des feuilles et des tiges *d'Erica arborea*, ils ont affiché des rendements de 11,04 %, 11,02 %, 10,68 % et 10,04 % ,de plus, les feuilles et les tiges de *Pistacia terebinthus* et *tamarix tetrandra* met en évidence une variation des rendement differents,

✓ Discussion :

Lorsqu'on compare les deux solvants utilisés, l'eau et l'éthanol, on constate que l'éthanol présente un rendement plus élevé que l'eau pour la plupart des extraits provenant de différents organes.

Cette constatation souligne que les taux de rendement diffèrent d'une plante à l'autre, ont montré que Les alcools sont préférables en raison de leur caractère non polluant, de leur coût réduit et de leur non-toxicité par rapport à d'autres solvants organiques ***(Xia et al., 2011 ; Bbouzid et al.,)*** **(figure 34).**

Le rendement varie en fonction de la partie de la plante récoltée ainsi que de la saison de récolte. De plus, il est fortement influencé par des facteurs géographiques tels que la nature du sol et les conditions climatiques. Le mode et les conditions de stockage peuvent également avoir une incidence sur le rendement, comme souligné par l'étude de ***(Lee et al., 2003).***

Des études supplémentaires ont également démontré que les rendements les plus élevés sont obtenus pendant la période de floraison, qui se situe généralement entre juin et juillet ***(Brada et al., 2007).***

La composition et la quantité des métabolites secondaires dans un extrait de plante médicinale peuvent être affectées par de nombreux facteurs tels que le mode et la durée de l'extraction, la température, la nature du solvant utilisé et sa polarité, qui permet de solubiliser et extraire les composés ayant une polarité similaire à celle du solvant ***(Green., 2004 ; Ncube et al., 2008).***

II. Etude phytochimique :

1.II. Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes :

Cette étude vise à identifier les principaux groupes chimiques présents dans les feuilles et les tiges de trois plantes différentes : *Erica arborea*, *Pistacia terebinthus* et *Tamarix tetrandra*. Les groupes chimiques étudiés sont les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins et les saponines.

1.1.II. La teneur des Polyphénols :

Les polyphénols sont des composés fortement hydroxyles que l'on retrouve dans diverses fractions d'extraits végétaux. Ils ont la capacité de réduire les radicaux libres dans les systèmes biologiques. Ce qui fait de ces composés de potentiels agents antioxydants et antibactériens et anti-inflammatoire ***(Hagerman et al., 1998).***

Les résultats indiquent clairement que tous les extraits des plantes étudiées sont riches en polyphénols, bien que les quantités varient, L'extrait éthanolique des feuilles de *Pistacia terebinthus ,* présente le taux le plus élevés, suivi de près par l'extrait aqueux des feuilles, l'extrait éthanolique des tiges, et enfin l'extrait aqueux des tiges.

La teneur en phénols la plus importante pour *Tamarix tetrandra* a été marquée par l'extrait aqueux des feuilles avec une valeur de 496.02 µg.Eq AG/mg d'extrait. Par contre La teneur en phénol d'extrait aqueux des tiges été la teneur la plus faible

L'extrait éthanolique des feuilles *d'Erica arborea* présente la teneur en polyphénols la plus élevée, suivie de près par l'extrait aqueux des tiges, l'extrait éthanolique des feuilles, et enfin l'extrait éthanolique des tiges.

2.1.II. La teneur des flavonoïdes :

L'analyse quantitative des flavonoïdes en utilisant la méthode du trichlorure d'aluminium a révélé que l'extrait méthanolique des feuilles de *Erica arborea* était le plus riche en flavonoïdes. Ensuite, on retrouve l'extrait aqueux des feuilles, l'extrait aqueux des tiges et l'extrait éthanolique des tiges.

Pour la plante de *Pistacia terebinthus* la teneur en flavonoïdes la plus élevé est marqué par l'extrait aqueux des feuilles suivi par l'extrait éthanolique des feuilles, et l'extrait aqueux des tiges et enfin l'extrait éthanolique des tiges.

En ce qui concerne la plante *Tamarix tetrandra*, l'extrait éthanolique des feuilles est plus importante, puis les l'éxtrait éthanolique des tige, l'éxtrait aqueux des tiges et l'extrait aqueux des feuilles

3.1.II. La teneur de Tanins condensé :

les tanins condensés sont présents en faibles quantités, et ils sont absents dans les extraits des tiges de Erica arborea. L'analyse a également révélé que les extraits bruts de Tamarix tetrandra sont les plus riches en saponines par rapport aux autres plantes.

Les résultats montrent que la plante *d'Erica arborea* a eu la teneur la plus éleve au tanins condensé marqué par les extraits éthanolique des feuilles, suivé par la plante de *Pistacia terebinthus*.

Tamarix tetrandra à marqué la teneur la plus faible.

4.1.II. La teneur de Saponine :

Il convient de noter que la présence de saponines peut varier d'une plante à l'autre et que des études spécifiques peuvent être nécessaires pour évaluer les types et les quantités de saponines présentes dans une plante spécifique **(Lim.,2014).**

L'indice de saponine est très importants dans tous les extraits avec des valeurs qui varier selon les six dilutions entre 0.2 et 2.9 cm, *Tamarix tetrandra* représente la valeur la plus élevé suivi par *Erica arborea et Pistacia terebinthus*

La non-concordance des résultats peut être attribuée au choix du solvant et au mode d'extraction. De plus, l'extraction des composés phénoliques à partir de la matière végétale dépend de leur structure chimique, du type de solvant utilisé, de la méthode d'extraction et de la granulométrie du temps de macération **(Naczk et Shaidi.,2014).**

Les résultats de notre étude ont montré que les composés phénoliques présents dans le genre de Pistacia étaient plus élevés que ceux trouvés dans les régions de l'est de l'Algérie (21,33 mg EAG/g MS) par ***Meridja et al. (2015),*** ainsi que ceux trouvés dans les régions de Tlemcen (0,90 mg équivalent pyrocatechol/g d'extrait) **par Benhamou (2006).**

Le résultat des analyses quantitatives en composées phénoliques et flavonoïdes totaux de l'extrait des feuilles de *E. arborea* par Spectroscopie UV-visible que les composés Phénoliques sont abondants dans les espèces appartenant à la famille Des Ericaceae ***(Lebreton et Bayer.,2000).***

La variation observée entre les différents résultats peut s'expliquer par l'utilisation de méthodes d'extraction différentes et la nature du solvant utilisé, ce qui peut réduire la fiabilité des comparaisons. Il convient également de noter que plusieurs facteurs peuvent influencer la teneur en composés phénoliques, tels que des facteurs géographiques et climatiques (facteurs extrinsèques), des facteurs génétiques, le degré de maturation de la plante et la durée de stockage, qui ont une influence significative sur le contenu en polyphénols **(Aganga et Mosase, 2001).**

La présence des polyphénols dans les plantes sont souvent associés à des propriétés astringentes et sont impliqués dans diverses fonctions biologiques, y compris la défense contre les herbivores et les pathogènes **(Hagerman et Butler.,1989)** et la présence des flavonoïdes est généralement associée à des fonctions biologiques

importantes, telles que la protection contre le stress oxydatif, l'activité antioxydante et anti-inflammatoire, ainsi que des effets bénéfiques sur la santé humaine **(Harborne et Williams.,2000 ; Andersen et Markham, 2010**).

III. Les activités biologiques :

1. III. L'activité anti-oxydante in vitro (Piégeage du radical libre DPPH) :

Les valeurs obtenues ont permis de tracer des courbes présentant une allure exponentielle, avec une phase stationnaire indiquant une réduction quasi totale du DPPH dans sa forme non radicalaire. À partir de ces courbes, il est possible de déterminer les pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations utilisées, ainsi que la valeur d'IC50 pour chaque extrait.

L'ensemble des résultats de l'activité anti oxydante exprimée en IC50 sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau 11: L'IC50 de test DPPH pour nos extraits

L'espèce	L'extrait	IC50 (mg/ml)	IC50 d'AA (mg/ml)
Erica arborea	Feuilles éthanoliques	2.62	0.0813
	Feuilles aqueux	1.70	0.0813
	Tiges éthanoliques	2.58	0.0813
	Tiges aqueux	14.54	0.0813
Pistacia terebinthus	Feuilles éthanoliques	0.13	0.0813
	Feuilles aqueux	0.91	0.0813
	Tiges éthanoliques	0.05	0.0813
	Tiges Aqueux	2.008	0.0813
Tamarix tetrandra	Feuilles éthanoliques	0.119	0.0813
	Feuilles aqueux	0.16	0.0813
	Tiges éthanoliques	0.068	0.0813
	Tiges Aqueux	4.08	0.0813

Les extraits éthanoliques des plantes *Pistacia terebinthus et Tamarix tetrandra* ont démontré une activité anti-radicalaire élevée vis-à-vis du DPPH.

A savoir, les tiges éthanolique de *Pistacia terebinthus* une activité anti-radicalaire la plus élevé avec une IC50de 0.05mg/ml suivi par les feuilles éthanoliques et les feuilles aqueux dans les valeurs sont 0.13 et 0.91mg/ml respectivement. Et les extraits aqueux des tiges présentent une activité moins importante, et *Tamarix tetrandra* a eu une activité aussi remarquable dans les tiges éthanolique, les feuilles éthanolique et les feuilles aqueux avec des IC50 0.068,0.119,0.16mg/ml par rapport aux tiges aqueux avec IC50 4.08mg/ml.

Enfin, l'activité anti-oxydante la plus faible a été exprimée par les extraits *d'Erica arborea* feuille aqueux, tiges éthanolique, feuilles éthanolique et tiges aqueux avec IC50 1.70,2.58,2.62,14.54mg/ml.

Nos résultats sont en accord avec les études antérieures réalisées *par* ***(HEMMA et al., (2018),*** ce qui renforce la conclusion selon laquelle les extraits éthanoliques de *Pistacia terebinthus* ont un pouvoir significatif dans la neutralisation du radical DPPH.

Les concentrations de composés phénoliques étaient plus élevées dans l'extrait, ce qui pourrait suggérer que la forte capacité anti oxydante observée pourrait être attribuée principalement aux polyphénols. Cette capacité anti oxydante à piéger le radical DPPH est liée à la forte teneur en polyphénols de nos extraits ***(Flieger et Flieger., 2020).***

La légère différence entre nos résultats et ceux trouvés par d'autres chercheurs peut s'expliquer par divers facteurs, tels que le protocole de dosage utilisé, la méthode d'extraction adoptée et la nature du solvant utilisé. De plus, cette variation peut également être attribuée aux différences dans les composés phénoliques présents dans les extraits ***(Hayouni et al., 2007).***

IV. Caractérisation des nanoparticules d'argent :

Les nanoparticules d'argent préparées sont caractérisées en utilisant différentes méthodes de caractérisation telles que :

1.IV. Spectroscopie d'absorption UV –Vis :

Des nanoparticules d'argent ont été synthétisées en utilisant trois extraits botaniques d' *E. arborea, P.terebinthus, T.tetrandra*. Une réaction se produit entre les biomolécules présentes dans l'extrait et le nitrate d'argent, ce qui entraîne la réduction de ce dernier et la formation de nanoparticules d'argent. Pour caractériser ces nanoparticules d'argent, une analyse par spectrophotométrie UV a été réalisée dans la plage de longueurs d'onde de 200 à 800 nm.

Pour ces plantes ont remarqué des pics caractéristiques exceptionnels depassants les 500 nm pour *Erica arborea* et *Pistacia terebinthus* et pour *Tamarix tetrandra* à 458 nm. Ce qui correspond à la résonance plasmonique de surface des Ag NPs.

2.IV. Caractérisation par spectroscopique infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) :

Les résultats des spectres FTIR de ces extraits ont été enregistrés dans un intervalle de nombre d'onde entre 4000 et 450 cm.

-La disparition d'une bande à 1070 cm-1 correspond à une vibration d'élongation de C-O

-vibration O - H de 3448 cm-1.

-vibration N - H de 2924 cm-1, 2854 cm-1, vibration C - N de 1560 cm-1 à

1448 cm-1 et 1384cm-1 à 1384 cm-1, 1037 cm- 1 à 1014 cm-1 que la réduction produite s'est produite.

• Une diminution de l'intensité de la bande large située à 3448 cm-1 caractéristique OH qui représentent les groupements OH libre dans la molécule et formant un groupe OH liaisons hydrogène.

• Une apparition un pic est observé à 470 cm-1 attribué à la liaison Ag-O de l'oxyde d'argent.

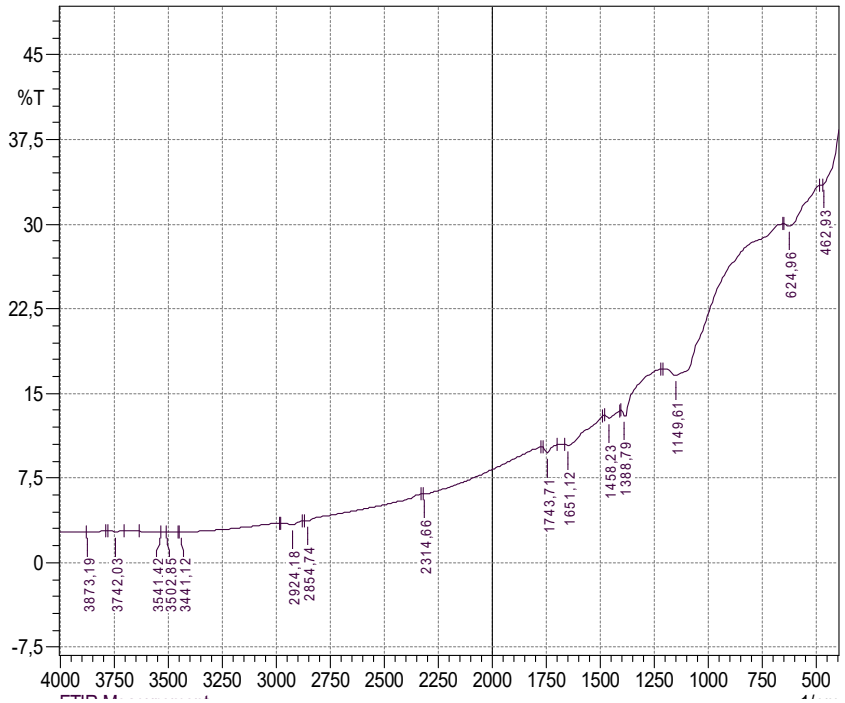


Figure 35: Infrarouge de *Pistacia terebinthus.*

La disparition d'une bande à 1743cm-1 correspond à une vibration d'élongation de C-O

-vibration O - H de 3441 cm-1.

-vibration N - H de 2924 cm-, 2854 cm-1, vibration C - N de 1458 cm-1,

1388 cm-1, 1149 cm- 1que la réduction produite s'est produite.

• Une diminution de l'intensité de la bande large située à 3444 cm-1 caractéristique OH qui représentent les groupements OH libre dans la molécule et formant un groupe OH liaisons hydrogène.

• Une apparition un pic est observé à 462 cm-1 attribué à la liaison Ag-O de l'oxyde d'argent.

- La disparition d'une bande 1705cm-1 à une vibration d'élongation de la liaison C-O de polyphols tel que le flovonoide, triploide et polysaccharide ainsi que la bande de vibration située vers 1381 cm-1attribué aux C-H du cycle aromatique.

- Et une bande située vers 1195 cm-1 qui confirme les composés phénoliques considérés comme des agents réducteur dans ce cas.

- Une diminution de l'intensité de la bande situé à 3441 cm-1 caractéristique OH qui représentent les regroupements OH libre dans la molécule et formant un groupe OH liaison hydrogène.

- Deux pics sont observés à 547 et 594 cm-1 attribués à la liaison Ag-O de l'oxyde d'argent.

V. L'activité antibactérienne et antifongique :

D'après **Roura et al., (2003),** la sensibilité à l'extrait a été classée par le diamètre des halos d'inhibition :

- Non sensible (-) pour les diamètres moins de 8mm.
- Sensible (+) pour les diamètres de 8 à 14 mm.
- Très sensible (++) pour des diamètres de 15 à 19 mm.
- Extrêmement sensible (+++) pour des diamètres plus de 20 mm.

1.V. Antibiogramme :

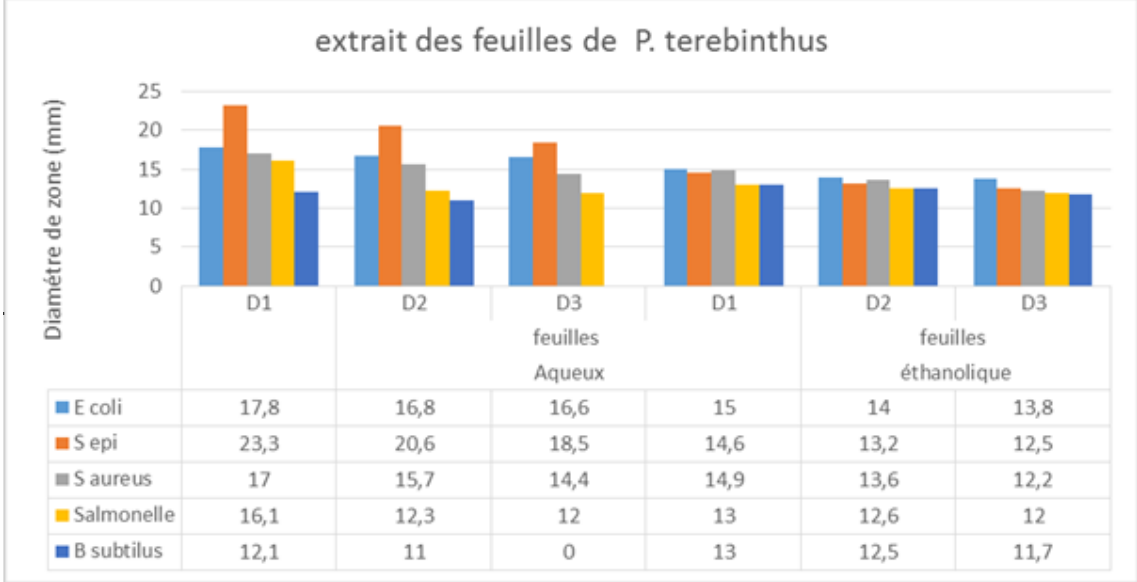
La mise en contact des différentes souches avec les antibiotiques a permis de réaliser un antibiogramme afin de déterminer le diamètre d'inhibition et par conséquent voire la sensibilité ou la résistance bactérienne vis-à-vis de ces derniers. Nous avons testé l'activité de l'antibiotique Géctapéne sur quatre souches bactériennes et Azitromycine pour une seule souche ainsi que la Nystatine sur deux souches fongiques par la méthode standard des disques.

Les résultats mentionnés montrent que toutes les souches sensibles aux antibiotiques (Géctapéne, Azitromycine et Nystatine …)

2.V. L'inhibition de la croissance bactérienne :

L'effet antibactérien des extraits des plantes étudiées est évalué dans cette étude par la technique de diffusions sur disques. Les résultats obtenus sont représentés dans les figures suivantes :

Pistacia terebinthus :



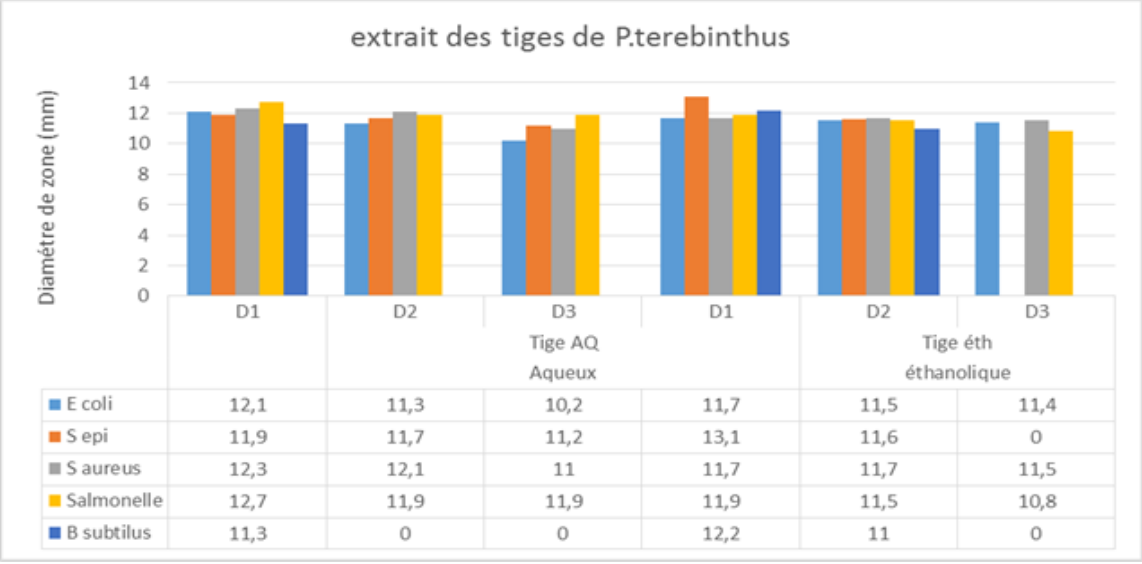
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
	feuilles Aqueux				feuilles éthanolique	
E coli	17,8	16,8	16,6	15	14	13,8
S epi	23,3	20,6	18,5	14,6	13,2	12,5
S aureus	17	15,7	14,4	14,9	13,6	12,2
Salmonelle	16,1	12,3	12	13	12,6	12
B subtilus	12,1	11	0	13	12,5	11,7

Figure 36 : Histogramme représente des Diamètres des zones d'inhibition des Feuilles de *Pistacia terebintuhs.*

Les résultats obtenus dans le présent travail montrent que tous les extraits éthanoliques des tiges de *Pistacia terebinthus* ont un effet inhibiteur très important vis-à-vis les souches bactériennes avec des zones d'inhibition assez remarquable et similaire à ceux des antibiotiques.

Ces résultats montrent que l'extrait Aqueux des feuilles de *Pistacia terebinthus* a eu une activité importante par rapport à l'extrait éthanolique dont des diamètres varies entre 11 et 23.3 mm. cette 'activité inhibitrice a été marqué avec des valeur élevés sur la premier dilution , ainsi sur la deuxiéme et la troisiéme dilution envers les cinq souches *E.coli* , *S.epidermidus, S.aureus, S.typhimirium et B.subtilis*, la seule souche résistante a cet extrait dans la troisiéme dilution est *B.subtilus.*

Alors que, l'extrait éthanolique des feuilles inhibé la croissance des souches bactériennes avec des zones d'inhibition moins importantes à ceux obtenus par l'extrait aqueux dont elles étaient entre 12 et 15 mm.



	Tige AQ Aqueux			Tige éth éthanolique		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
E coli	12,1	11,3	10,2	11,7	11,5	11,4
S epi	11,9	11,7	11,2	13,1	11,6	0
S aureus	12,3	12,1	11	11,7	11,7	11,5
Salmonelle	12,7	11,9	11,9	11,9	11,5	10,8
B subtilus	11,3	0	0	12,2	11	0

Figure 37 : Histogramme représente des Diamètres des zones d'inhibitions des Tiges de *Pistacia terebintus.*

Les résultats obtenus dans le présent travail montrent que tous les extraits éthanoliques et Aqueux de *P.terebintus* ont un effet inhibiteur vis-à-vis les souches bactériennes avec des zones d'inhibition entre 10.2 et 13.1 mm.

L'extrait éthanolique a inhibé la croissance des souches bactérienne avec des zones d'inhibition dont elles étaient entre 10.8 et 13.1mm. par contre , l'extrait Aqueux des tiges montre une activité importante sur la premier dilution par rapport aux autres , et aucune activité contre *Bacillus subtilus* sur la deuxième et la troisième dilution.

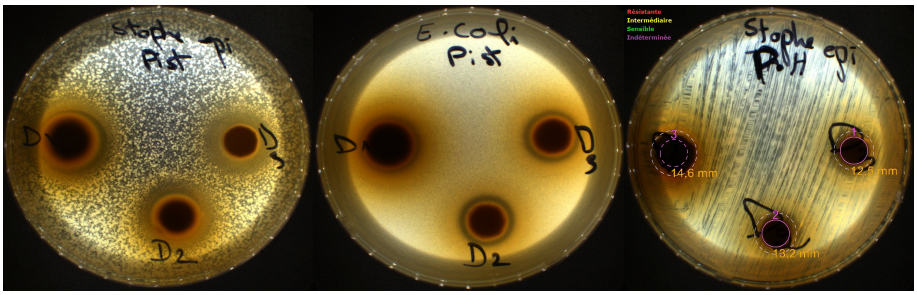


Figure 38: Les zones d'inhibitions de *Pistacia terebinthus* ***(original2023).***

1.3.V. la synergie entre les organes de *pistacia terebinthus* (Tiges /Feuilles)

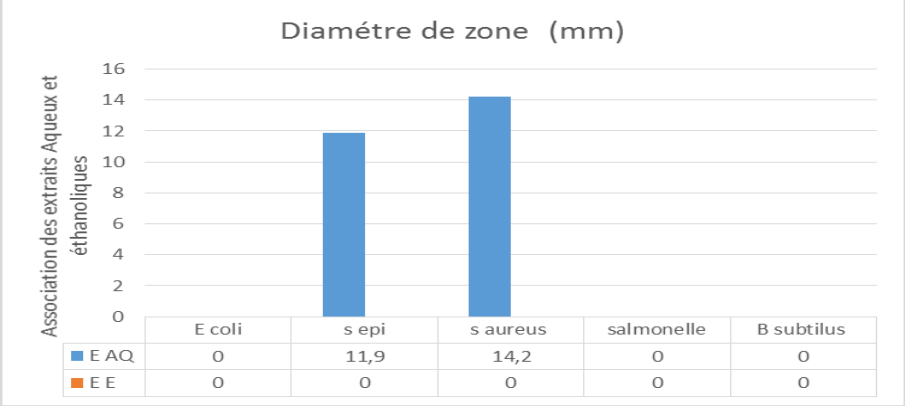


Figure 39 : Association des extraits de *pistacia terebinthus* exprimée par les diamètres des Zones en mm.

Concernant les souches *E coli ; salmonelle et B subtilus* on remarque que la somme des effets individuelle de chaque extrait est supérieure à celui de la combinaison à cause de la présence du **,** Tandis que, l'extrait aqueux contre la souche *S epidermidis*

et S aureus a révélé que la combinaison est supérieure à la somme des effets individuelle à des zones entre 11.9 et 14.2 mm.

2.3.V. la synergie entre les organes *d'Erica arborea* (Tiges/Feuilles) :

Les résultats de la combinaison des extraits *d'Erica arborea* « feuille avec tiges » montre que : l'effet antimicrobien de la combinaison des extraits éthanoliques et Aqueux est inférieur à la somme des effets individuelles, on constate alors qu'il n y'a pas d'interaction positive entre eux.

Conclusion

En conclusion, les plantes médicinales ont été utilisées depuis des milliers d'années dans différentes cultures à travers le monde en raison de leurs propriétés curatives et de leur activité biologique. Elles renferment une multitude de composés chimiques tels que des alcaloïdes, des flavonoïdes, des terpènes, des tanins, qui leur confèrent des effets pharmacologiques variés.

De nos jours, de nombreuses études scientifiques sont menées pour évaluer l'activité biologique des plantes médicinales et comprendre les mécanismes d'action de leurs composés actifs. Ces recherches ont confirmé l'efficacité de nombreuses plantes médicinales dans le traitement de diverses affections, telles que les maladies infectieuses, les troubles digestifs, les problèmes inflammatoires, les maladies cardiovasculaires, et bien d'autres encore.

Cependant, il est important de souligner que l'utilisation des plantes médicinales doit être abordée avec précaution. Bien que de nombreux remèdes traditionnels soient sûrs et efficaces, certains peuvent présenter des effets secondaires indésirables ou interagir avec des médicaments conventionnels. Par conséquent, il est essentiel de consulter un professionnel de la santé avant d'utiliser des plantes médicinales, en particulier pour des affections graves ou pour les personnes ayant des conditions médicales préexistantes.

Cette étude, réalisée en collaboration entre le laboratoire de la faculté des sciences de l'université de Médéa et le bloc de microbiologie et de physicochimie de l'unité SAIDAL de Médéa, avait pour objectif d'évaluer les activités biologiques, notamment anti oxydantes et antimicrobiennes, de trois plantes récoltées dans la région de Médéa. Les résultats les plus prometteurs ont montré que les extraits de *Tamarix tetrandra* et... présentaient une forte activité antimicrobienne contre *S. aureus et S. epidermidis*. *E.coli, Sakmonelle typhimirium.*

De plus, l'évaluation du contenu en polyphénols totaux et en flavonoïdes, réalisée à l'aide de la méthode de Folin-ciocalteau et de la méthode de l'AlCl3, a révélé leur présence en quantité modérée. Les tests de saponine ont démontré que la plante Tamarix tetrandra était la plus riche parmi les autres plantes étudiées. Cette étude vise à contribuer à la connaissance des propriétés médicinales potentielles de ces plantes

spécifiques, en mettant l'accent sur leurs activités biologiques et leur composition chimique.

Le potentiel anti radicalaire des extraits a été déterminé par la méthode de DPPH, et les résultats ont montré que ces extraits possèdent une bonne activité. En particulier, l'extrait *d'Erica arborea* a présenté une meilleure valeur, ce qui indique que cette plante contient des molécules considérées comme des agents antioxydants, pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques. Les antioxydants contribuent de manière efficace à la prévention des maladies chroniques. Chaque plante se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques particulières qui méritent d'être étudiées davantage.

Des nanoparticules ont été synthétisées à partir de la méthode de synthèse verte, utilisant des extraits aqueux des feuilles *d'Erica arborea, Pistacia terebinthus et Tamarix tetrandra*. Les nanoparticules d'argent (AgNPs) ont été étudiées pour leurs propriétés optiques, structurales et morphologiques de surface, ainsi que pour leurs activités antibactériennes. Les composés chimiques présents dans les extraits des plantes ont agi comme agents réducteurs et coiffants lors de la synthèse des nanoparticules, comme le montrent les spectres d'infrarouge.

Les AgNPs ont montré une faible activité antibactérienne mais cette activité augmentait en synergie avec les extraits de la même plante. L'étude optique a révélé l'apparition de pics UV-vis à des longueurs d'onde spécifiques dans les spectres d'absorption, ce qui implique la formation des AgNPs pour *Pistacia terebinthus, Erica arborea et Tamarix tetrandra.*

En résumé, cette étude met en évidence les propriétés biologiques et chimiques des plantes médicinales étudiées, ainsi que leur potentiel thérapeutique. Cependant, il est essentiel de mener des recherches supplémentaires pour approfondir notre compréhension de ces plantes et de leurs composés actifs, ainsi que pour évaluer leur sécurité et leur efficacité à plus grande échelle.

Conclusion et perspective :

Pour compléter cette étude, nous envisageons les actions suivantes :

- ✓ Optimiser les conditions d'extraction des divers extraits afin d'améliorer les rendements.
- ✓ Étendre l'étude de l'activité antimicrobienne à d'autres souches bactériennes et fongiques qui causent des maladies chez les humains, telles que l'onychomycose, la pneumonie, la salmonellose et la scarlatine, ainsi que sur les cultures affectées par le mildiou, l'oïdium, le botrytis, la tristeza, la rouille et la septoriose.
- ✓ Évaluer l'activité anti oxydante à l'aide d'autres méthodes.
- ✓ Confirmer les différentes propriétés pharmacologiques de la plante in vivo en utilisant diverses méthodes d'étude.
- ✓ Identification des nanoparticules d'argent synthétisé par HPLC.

Annexes

Annexe 01 :

Matériels et produits :

1- **Matériels :**

Verreries : béchers, fioles, entonnoirs, erlenmeyer, tubes à essai, ballons,

Plaque chauffante avec agitation type struat UC 152

Pompe sous vide pour la filtration

Rota vapeur RE300 Cole-Parmer

Papier filtre (Whatmanfilterpapers)

Etuve

Boites de pétrie

Spectrophotomètre UV/visibke type 25 Perkin Elmer

Balance

Densitomètre

Vortex de type VELP

Bain marie

2- Produits ;

- Ethanol 90%
- Méthanol
- Butanol
- Eau distillée
- Eau physiologique 0.9%
- Acide ascorbique (Vitamine c)
- Nitrate d'argent AgNO3
- Aluminium trichlorure ALCL3
- Potassium d'acétate
- Folin Ciocalteu
- 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine TPTZ
- Sodium acétate
- Acide glacial
- Soja agar

- Muller Hinton
- DPPH

ANNEX 02 : Les milieux des cultures :

➢ Milieu de culture liquide :

✓ Bouillon Muller-Hinton (BMH) :

Elle porte les caractéristiques suivantes :

- Peptone de caséine 17,5 g
- Extrait de viande 2,0 g
- Amidon 1,5 g
- Eau distillée 1 L
- pH 7,4

✓ Bouillon Saboureau (BS) (Sigma- Aldrich)

- Tryptone 5,0 g
- Peptone pepsique de viande 5,0 g
- Glucose 20,0 g
- Eau distillée 1 L
- pH 5,7

➢ Milieu de culture solide

✓ Gélose Mueller Hinton (MH) (Sigma- Aldrich)

- 38g de poudre déshydraté
- 1L d'eau distillée.

ANNEX 03:

Antibiogramme :

Tableau 7 : la sensibilité des souches bactériennes et fongiques aux antibiotiques.

Souches	*E coli*	*S epidermidis*	*S aureus*	*B subtilis*	*salmonelle*	*S cervisiae*	*C albicans*
ATB	Géctapéne				Azitromycine	Nystatine	
Diamètre (mm)	14	12.2	14.7	15.8	27.1	25	27.7

ANNEX04 : les courbes d'étalonnages :

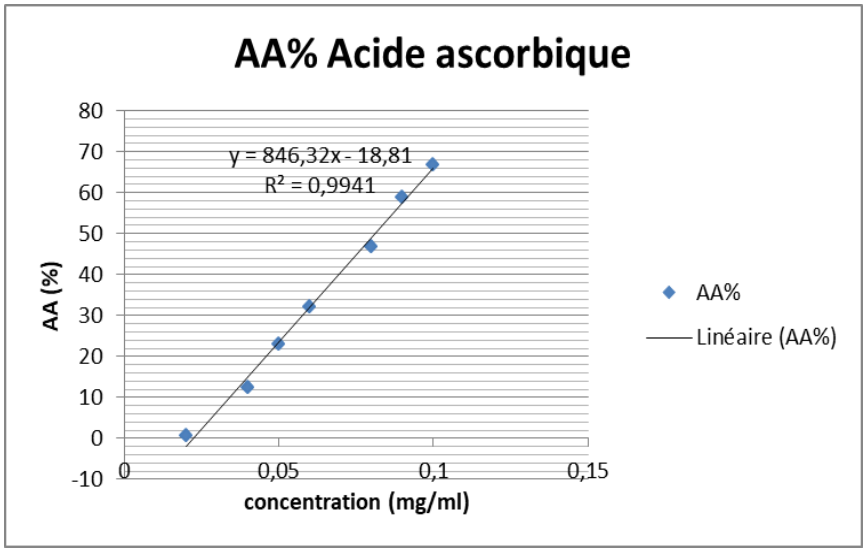


Figure 40: la courbe d'étalonnage d'acide ascorbique

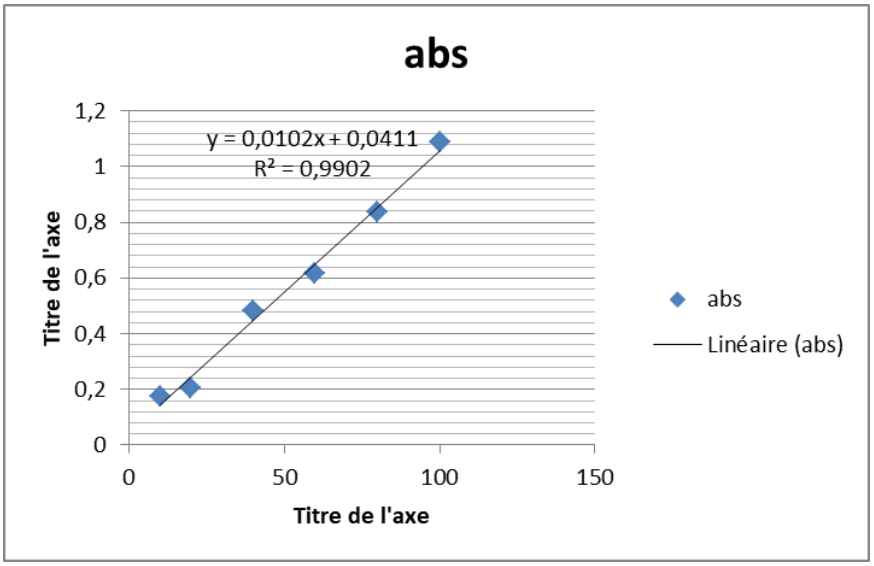


Figure 41*:* La courbe d'étalonnage d'acide gallique.

ANNEX05 : Les stations de la récolte :



Figure 43: Station Sidi-Rabah

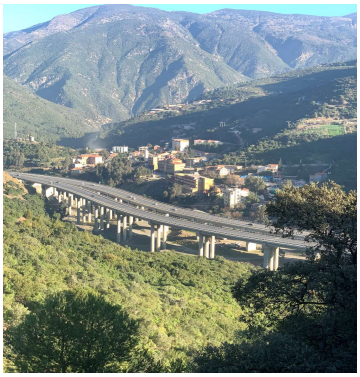


Figure 42: Station Beni-Salmen



Figure 44: Station Oued-cheffa

ANNEX06 : les zones d'inhibitions :

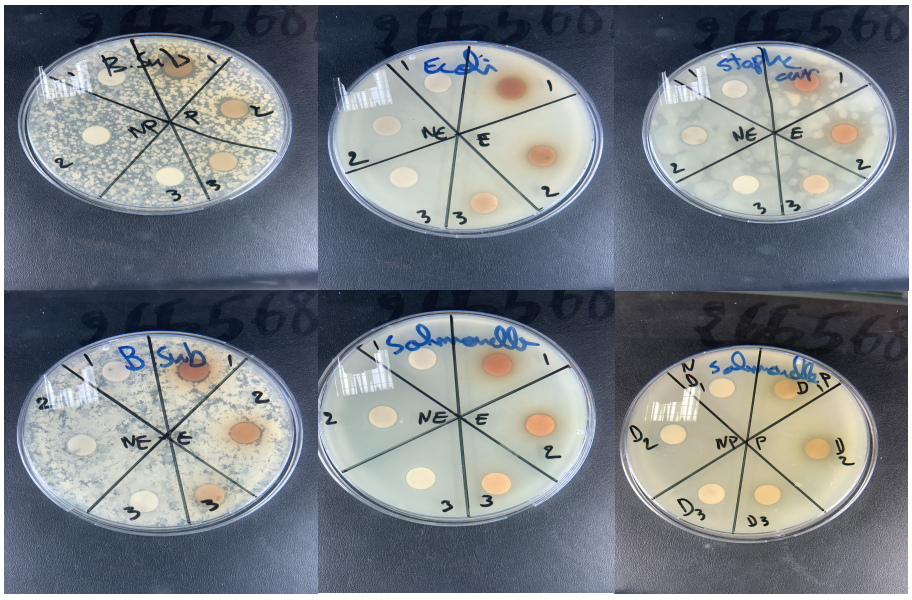


Figure 45: Zones d'inhibition d'AgNPs.

Références bibliographique

A

- A.L.D.A.G.D.SILVA. Etude de la toxicite des nanoparticules d'argent et d'oxyde de titane pour chlamydomonas reinhardtii mémoire de master, 2017, p.1).
- Akkol E K., Yesilada. E., et Guvenc. A., (2008). Valuation of anti-inflammatory and antinociceptive activities of Erica species native to Turkey. Journal of Ethnopharmacology. 116. 251–257.
- Alaimo, M. G., Gargano, M. L., Vizzì, D., & Venturella, G. (2013). Leaf anatomy in Tamarix arborea var. arborea (Tamaricaceae). Plant Biosystems, 147(1), 21–24. https://doi.org/10.1080/11263504.2012.704888
- ALBAN LEMONNIER(2009) Leucocidine de Panton valentine Ed : Service de microbiologie- Hôpital de Grenoble –Lyon
- **Álvarez, R., Encina, A., & Pérez Hidalgo, N. (2009).** Histological aspects of three Pistacia terebinthus galls induced by three different aphids: Paracletus cimiciformis, Forda marginata and Forda formicaria. Plant Science, 176(2), 303–314. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2008.11.006
- Amezouar F., Benaissa M., Hsaine M., Badri W., Bourhim N., et Fougrach N., (2010). Contribution à la valorisation des ressources naturelles marocaines via une étude phytochimique et biologique des feuilles de la Bruyère arborescente (Erica arborea L.). Gestion Environnementale des Produits Chimiques Proceedings GEPROC4. 2. 1-10.
- Amezouar, F., Badri, W., Hsaine, M., Bourhim, N., & Fougrach, H. (2013). Antioxidant and anti-inflammatory activities of Moroccan Erica arborea L. Pathologie Biologie, 61(6), 254–258. https://doi.org/10.1016/j.patbio.2013.03.005
- Amroun, D., Hamoudi, M., Khennouf, S., Boutefnouchet, S., Harzallah, D., Amrane, M., & Dahamna, S. (2021). In-vivo anti-inflammatory activity and safety assessment of the aqueous extract of Algerian Erica arborea L. (Ericaceae) aerial parts. Journal of Ethnopharmacology, 271(January), 113881. https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.113881

- Aouni, M., Pelen, F., & Soulimani, R. (2013). Article original Aromathérapie Étude de l ' activité antimicrobienne d ' un mélange de 41 huiles essentielles et domaines d ' application. 225–236. https://doi.org/10.1007/s10298-013-0790-x
- Aubert G., (1978). Relations entre le sol et cinq espèces d'Ericacées dans le Sud-est de la France. Oecol Plant.13. 253–269.
- Ay M., Bahadori F., Öztürk M., Kolak U., et Topc U G., (2007). Antioxidant activity of Erica arborea. Fitoterapia. 78. 571–573.

B

- Baker, H. G. 1972, Seed weight in relation to environment conditions in California, ecol. 53 (6), 997- 1010.
- Barouki, R. Ageing free radicals and cellular stress. Medecine/Sciences 22, 266–272 (2006).
- Basli, A., Chibane, M., Madani, K., & Oukil, N. (2012). Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie: Origanum glandulosum Desf. Phytotherapie, 10(1), 2–9. https://doi.org/10.1007/s10298-012-0683-9
- Battipaglia, Giovanna et al. 2014. "Drought Impact on Water Use Efficiency and Intra-Annual Density Fluctuations in Erica Arborea on Elba (Italy)." Plant, Cell and Environment 37(2): 382–91.
- Baum B. 1978: The genus Tamarix. – Jerusalem: Israel Academy of Sciences and Humanities
- Baytop T., (1999). Therapy with medicinal plants of Turkey. Past and present. Istanbul: Nobel Tıp Kitapevi.
- Bekro, Y.-A., Mamyrbekova, J., Boua, B., Tra Bi, F., & Ehile, E. (2008). Étude ethnobotanique et screening phytochimique de Caesalpinia benthamiana (Baill.) Herend. et Zarucchi (Caesalpiniaceae). Sciences & Nature, 4(2), 217–225. https://doi.org/10.4314/scinat.v4i2.42146
- Benhammou N. (2006). Etude des activités antimicrobienne et antioxydant des huiles essentielles et des composés phénoliques de Pistacialentiscus,

Pistaciaatlanticaetinulaviscosa de la région de Tlemcen. Magister en biologie, UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAJD, Tlemcen.112 p.

- Benzie I.F., Strain J.J.: The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal. Biochem., 1996; 239: 70-76.
- Bertoncelj J, Dobersek U, Jamnik M, Golob T (2007) Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. Food Chem 105: 822–8
- Bessah R., et Benyoussef E., (2014). Essential Oil Composition of Erica arborea L.Leaves from Algeria, Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17:5, 931-935.
- Bhira O .2012.Potentielles thérapeutiques d ′Opuntia ficus indica L au maroc et en tinusie. Thèse de doctorat d'état, université Mohammed V- Souissi, 171p.
- Bikbulatova. T.N. et Korul'kina. L.M. 2001. Composition of Tamarix hokenakeri and Tamarix ramosissima. Chemistry of Natural Compounds 37:216-218.
- Botineau M. (2010). Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Edition TEC et DOC : Lavoisier.
- Boudy. P., 1950. Economie forestière nord-africaine. T2 : Monographie et traitement des essences forestières fascicule 1 Edition Larousse. P 03. ... 07
- Bouzabata, A. (2017). Les médicaments à base de plantes en Algérie : réglementation et enregistrement. Phytotherapie, 15(6), 401–408. https://doi.org/10.1007/s10298-016-1089-5
- Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M. H., Shams-Ardekani, M. R., & Rahimi, R. (2013). Five pistacia species (P. vera, P. atlantica, P. terebinthus, P. khinjuk, and P. lentiscus): A review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. The Scientific World Journal, 2013. https://doi.org/10.1155/2013/219815
- Brada, M., et al. (2007)."Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de Mentharotundifolia du Nord de l'Algérie." Biotechnologie, agronomie, société etenvironnement 11(1): 3-7.

- Breton A. Moisissures nuisibles. In: Botton B, Breton A, Fevre M, Gauthier S, Guy P, Larpent JP, et al., editors. Moisissures utiles et nuisibles : Importance industrielle. Paris: Masson Paris; 1990. p. 210–25 (Dans).
- Brosse J., (2010). Larousse des arbres: dictionnaire de 1600 arbres et arbustes: botanique, mythologies, histoire: pour tout savoir sur les espèces qui peuplent nos contrées. Larousse.
- Bunge A. 1852: Tentamen generis Tamaricum species accuratius definiendi. – Dorpati: J. C. Schuenmanni et C. Mattieseni.

C

- Cavallo, J. D. & Mérens, A. Spectre d'activité antibactérien d'un antibiotique et catégorisation clinique. Pathol. Biol. 56, 300–304 (2008).
- Chabbert YA (1982) Sensibilité bactérienne aux antibiotiques. In: le Minor: bactériologie médicale. Flammarion, Paris
- CHABENAT, Herve. Potentialité in vitro de 10 huiles essentielles, seules ou en association, dans le traitement des infections bactériennes cutanés. [en ligne] Thèse d'état de doctorat en pharmacie. France : Université de Limogne, 2017, 137 p. Format PDF. Disponible sur : < https://www.aurore.unilim.fr > (Consulte 18/06/2020).
- Chauvel R., (2018). Application des nanoparticules d'argent en thérapeutique. Thèse de doctorat en pharmacie. Faculté de pharmacie université claud bernard lyon 1,105p.
- Cherkaoui, A., Emonet, S., Renzi, G. & Schrenzel, J. Diagnostic de la gastroentérite bactérienne. Rev. Med. Suisse 11, 856–861 (2015).
- Claude, U., Lyon, B., Médecine, U. F. R. De & Laënnec, L. R. T. H. Rôle des exotoxines superantigéniques dans le choc toxique et le choc septique à Staphylococcus aureus. Shock (2007).
- Colalto, C. (2018). What phytotherapy needs: Evidence-based guidelines for better clinical practice. Phytotherapy Research, 32(3), 413–425. https://doi.org/10.1002/ptr.5977

D

- D. Kac¸ ar, Screening of some plant species for their total antioxidant and antimicrobial activities, M.S. Thesis, Izmir Institute of Technology, Department of Biotechnology and Bioengineering, Izmir, 2008, p. 54
- Dangles O., Stoeckel C., Wigand MC., Brouillard R., (1992). Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. Tetrahedron Lett., 33: 5227-30.
- De Llanos R, Llopis S, Molero G, Querol A, Gil C, FernándezEspinar MT. In vivo virulence of commercial Saccharomyces cerevisiae strains with pathogenicity-associated phenotypical traits. Int J Food Microbiol. 2011 Jan 5;144(3):393-9.
- Depoërs, P. 2002, La phytothérapie entre science et tradition, éditions Amarys et Inspir,, Bruxelles, Belgique, 615p.
- Désamoré, A., Laenen, B., Devos, N., Popp, M., González-Mancebo, J. M., Carine, M. A., & Vanderpoorten, A. (2011). Out of Africa: North-westwards Pleistocene expansions of the heather Erica arborea. Journal of Biogeography, 38(1), 164–176. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02387.x
- Dibong, S. D., Mpondo, M. E., Nigoye, A., Kwin, M. F. & Betti, J. L. 2011. Ethnobotanique et phytomédecine des plantes médicinales de Douala, Cameroun. [Ethnobotany and phytomedicine of medicinal plants sold in Douala markets] — Journal of Applied Biosciences 37: 2496 – 2507. ISSN 1997–5902. Published online at www.biosciences.elewa.org
- Duran N, Marcarto PD, De Souza GIH, Alves OL, Esposito E, Antibacterial effect ofsilver nanoparticles produced by fungal process on textile fabrics and their effluent treatment J Biomed Nanotechnol, 3, 203–208, 2007.(45)

E

- Eddaikra N., Boudjelal A., Sbadji M.A., Boudrissa A.E.K., Bouhenna M.M.,Chemat.S., Harrat Z., 2019 . Leishmanicidal and cytotoxic Activity of Algerian Medicinal Plants on Leishmania major and Leishmania infantum. J.Med.Microbiol.Infect. Dis. 7(3) :66-71

- El Rahffari L. et Zaid A. 2004, Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (tafilalet), labo. De valorisation des plantes médicinales des zones arides et semi arides, faculté de Sci. et Tec. Errachidia, Maroc.
- El, J., Elbadaoui, K., Zair, T., & Alaoui, T. (2014). Étude de l ' activité antibactérienne des huiles essentielles de Teucrium capitatium L et l ' extrait de Siléne vulgaris sur différentes souches testées . 7481–7492.

F

- Fablet, C. et al. Etude des circonstances associées à l ' excrétion de Salmonella enterica par les porcs en croissance . 401–408 (2003).
- Fabri RL, Nogueira MS, Braga FG, et al. (2009) Mitracapus frigidus aerial parts exhibited potent antimicrobial, antileishmanial, and antioxidant effects. Bioresour Technol 100: 428–33
- Falzon, C. C., & Balabanova, A. (2017). Phytotherapy: An Introduction to Herbal Medicine. Primary Care - Clinics in Office Practice, 44(2), 217–227. https://doi.org/10.1016/j.pop.2017.02.001
- Fatima, B., Djame, A. L., & Mohammed, B. (2017). The study groups to erica arborea phytoecologique in the North-West Algerian : Case of the forest of bissa. Plant Archives, 17(2), 1478–1482.
- Favier, A. Le stress oxydant: Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Actual. Chim. 108–115 (2003).
- Foddai, M., Kasabri, V., Afifi, F. U., Azara, E., Petretto, G. L., & Pintore, G. (2015). In vitro inhibitory effects of Sardinian Pistacia lentiscus L. and Pistacia terebinthus L. on metabolic enzymes: Pancreatic lipase, α-amylase, and α-glucosidase. Starch/Staerke, 67(1–2), 204–212. https://doi.org/10.1002/star.201400068
- Fontanay, S., Mougenot, M.-E., & Duval, R. E. (2015). Évaluation Des Activités Antibactériennes Des Huiles Essentielles Et/Ou De Leurs Composants Majoritaires. Hegel, N° 2(2), 109–118. https://doi.org/10.3917/heg.052.0109

G

- Garrido, J., & Borges, F. (2013). Wine and grape polyphenols—A chemical perspective. FoodResearch International, 54 (2), 1844-1858.
- Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes : Structure, propriétés biologiques, rôle Ppophylactique et emplois en thérapeutique. Phytothérapie, 3 (4), 162-169.
- Gingnard J.L., (2001). Botanique systématique moléculaire.12ème Edition. Masson, Partis. 290 p.
- Green R.J. (2004). Antioxydant activity of peanut plant tissues. Master's thesis. Departement of food science. Faculty of north Carolina state university (USA).
- Guendouze-Bouchefa, N., Madani, K., Chibane, M., Boulekbache-Makhlouf, L., Hauchard, D., Kiendrebeogo, M., Stévigny, C., Okusa, P. N., & Duez, P. (2015). Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities of three Ericaceae from Algeria. Industrial Crops and Products, 70, 459–466. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.053
- Guerrero-Pérez, M. O., & Patience, G. S. (2020). Experimental methods in chemical engineering: Fourier transform infrared spectroscopy—FTIR. Canadian Journal of Chemical Engineering, 98(1), 25–33. https://doi.org/10.1002/cjce.23664
- Guney, M., Kafkas, S., Zarifikhosroshahi, M., Gundesli, M. A., Ercisli, S., & Holubec, V. (2021). Genetic diversity and relationships of terebinth (Pistacia terebinthus l.) genotypes growing wild in turkey. Agronomy, 11(4). https://doi.org/10.3390/agronomy11040671
- Guvenc A., et Kendir G., (2012). The leaf anatomy of some Erica taxa native to Turkey.Turk Journal Bot. 36. 253-262.

- Guvenc A., et Kendir G., (2012). The leaf anatomy of some Erica taxa native to Turkey.Turk Journal Bot. 36. 253-262.

H

- Haddouchi F, Chaouche TM, Ksouri R, et al. (2014) Phytochemical screening and in vitro antioxidant activities of aqueous-extracts of Helichrysum stoechas

subsp. rupestre and Phagnalon saxatile subsp. saxatile. Chin J Nat Med 12(6): 415–22

- Hagerman, A. E., & Butler, L. G. (1989). The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. Journal of Biological Chemistry, 264(17), 9090-9095.
- Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry, 55(6), 481-504.
- Helms, M., Ethelberg, S., Mølbak, K. & Group, D. S. Typhimurium DT104 Infections, 1992–2001. Emerg. Infect. Dis. 11, 859–867 (2005).
- Hoareau, L. and DaSilva, E.J. (1999) Medicinal plants: a re-emerging health aid. Electronic Journal of Biotechnology,
- Hoffmaster, A. R., Hill, K. K., Gee, J. E., Marston, C. K., De, B. K., Popovic, T., et al. (2006). Characterization of Bacillus cereus isolates associated with fatal pneumonias: strains are closely related to Bacillus anthracis and harbor B. anthracis virulence genes. J. Clin. Microbiol. 44, 3352–3360. doi: 10.1128/JCM.00561-06
- Huang H, Yang X, Synthesis of Polysaccharide-Stabilized Gold and Silver Nanoparticles: A Green Method, Carbohydr. Res., 339, 2627–2631, 2004

I

- Iserin P., (2001) - Encyclopédie des plantes médicinales. Ed.Larousse-Bordas,Paris : 275 p

J

- Jang, M. H., Piao, X. L., Kim, J. M., Kwon, S. W., & Park, J. H. (2008). Inhibition of cholinesterase and amyloid-&bgr; aggregation by resveratrol oligomers from Vitis amurensis. Phytotherapy Research, 22(4), 544–549.
- Junillon, T. et al. Simplified detection of food-borne pathogens: An in situ high affinity capture and staining concept. J. Microbiol. Methods 91, 501–505 (2012).

K

- Kablan, B. J., Adiko, M., & Abrogoua, D. P. (2008). Évaluation in vitro de l'activité antimicrobienne de Kalanchoe crenata et de Manotes longiflora utilisées dans les ophtalmies en Côte d'Ivoire. Phytotherapie, 6(5), 282–288. https://doi.org/10.1007/s10298-008-0332-0
- Kai, A., Konishi, N. & Obata, H. [Diarrheagenic Escherichia coli]. Nippon rinsho. Japanese J. Clin. Med. 68 Suppl 6, 203–207 (2010).
- Kallis, M., Sideris, K., Kopsahelis, N., Bosnea, L., Kourkoutas, Y., Terpou, A., & Kanellaki, M. (2019). Pistacia terebinthus resin as yeast immobilization support for alcoholic fermentation. Foods, 8(4), 1–17. https://doi.org/10.3390/foods8040127
- Kaska, N. (1990). Pistachio research and development in the Near East, North Africa and Southern Europe. Dans : Nut Production and Industry in Europe, Near East and North Africa, FAO REUR et MAFRA, Yalova, Turquie, 19-22 juin 1990, Menini, U.G., Ölez, H., Büyükyilmaz, M. et Özelkök, S.(éds). Technical Series, 13 : 133-1 60.
- Kavak, D. D., Altiok, E., Bayraktar, O. & Ülkü, S. Pistacia terebinthus extract: As potential antioxidant, antimicrobial and possible β-glucuronidase inhibitor. J. Mol. Catal. B Enzym. 64, 167–171 (2010).
- Kim, S. W. (2012). Phytotherapy: Emerging therapeutic option in urologic disease. Translational Andrology and Urology, 1(3), 181–191. https://doi.org/10.3978/j.issn.2223-4683.2012.05.10
- Koechlin-Ramonatxo, C. Oxygène, stress oxydant et supplémentations antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. Nutr. Clin. Metab. 20, 165–177 (2006).
- Kostić, O., Jarić, S., Gajić, G., Pavlović, D., Mataruga, Z., Radulović, N., Mitrović, M., & Pavlović, P. (2022). The Phytoremediation Potential and Physiological Adaptive Response of Tamarix tetrandra Pall. Ex M. Bieb. during the Restoration of Chronosequence Fly Ash Deposits. Plants, 11(7), 1–23. https://doi.org/10.3390/plants11070855
- Kouider, H., Mohammed, B., Mohammed, M., Abdelkader, O., & RAHMOUNE Abdelkarim. (2019). Importance Des Plantes Medicinales Pour La Population Rurale Du Parc National De Djebel Aissa (Sud Ouest Algerien).

Https://Popups.Uliege.Be/0457-4184. https://popups.uliege.be/0457-4184/index.php?id=1865

- Kumar, S., Pandey, A.K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. Hindawi The Scientific World Journal, (ID: 162750) , 1-16.

L

- La Mantia, T., Giaimi, G., Veca, D. S. L. M., & Pasta, S. (2007). The role of traditional Erica arborea L. management practices in maintaining northeastern Sicily's cultural landscape. Forest Ecology and Management, 249(1–2), 63–70. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.05.029
- Lacroix C, Dubach M, Feuilhade M. Les échinocandines : une nouvelle classe d'antifongiques. Med Mal Infect 2003; 33:183–91.
- Lahsissène, H., Kahouadji, A., Tijane, M., Hseini, S. 2009. Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc Occidental) — Lejeunia, 186, 1-27.
- Lebreton P, Bayet C. The physiological and biochemical variability of the strawberry tree Arbutus unedo L. (Ericaceae). Acta Pharm 2002;52:83–90.
- Li, C. H., Zhang, J. Y., Zhang, X. Y., Li, S. H., & Gao, J. M. (2019). An overview of grayanane diterpenoids and their biological activities from the Ericaceae family in the last seven years. European Journal of Medicinal Chemistry, 166, 400–416. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.01.079
- Li, F. S., & Weng, J. K. (2014). Demystifying traditional herbal medicine with modern approaches. Nature Plants, 3(July), 1–7. https://doi.org/10.1038/nplants.2017.109
- Lim HJ, Kunay B, Ruban F. Immunostimulatory activities of a steroidal saponin (DA-9801) from Dioscorea spp. through enhanced production of cytokines and immune cell proliferation. Int Immunopharmacol. 2014 Jul;20(1):94-9.
- Lindley, M. (1977). Medicinal and herbal plants Making use of twigs Victorian Natural History. 270, 1977.

- Linsmaier, E.F., Skoog, F., 1965. Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 18, 100–127.

M

- M. Jannathul et LALITHA, P. Biosynthèse des nanoparticules d'argent et ses applications. Journal of Nanotechnologie, 2015, vol. 2015
- MANNING, Shannon D. Escherichia coli infections. [en ligne]. Chelsea House Publishers .United States of America: Tara Koellhoffer, 2005, p 137. Format PDF. Disponible sur : <. https://www.pdfdrive.com/escherichia-coli-infections-deadly-diseases-and-epidemicse186142167.html > (Consulté le 07/07/2020).ISBN: 0-7910-8343-8.
- Márquez-García B., Fernández M A et Córdoba F. (2009). Phenolics composition in Erica sp. differentially exposed to metal pollution in the Iberian Southwesternpyritic belt. Bioresource Technology. 100. 446–451.
- Mazzola, P., Raimondo, F.M. et Venturella, M. (1996). Natural occurrence and distribution of Pistacia species in Italy. Dans : Workshop “Taxonomy, Distribution,
- McDaniel. K. C. 2007, Salt cedar Information, Department of animal range and sciences, New Mixico state University.44p.
- Meddour A., Yahia M., Benkiki1 N., Ayachi A. 2011. Étude de l'activité antioxydante etantibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du capparis spinosa L. Lebanese Science Journal 14(1):49-60
- méridionales. Tome 2. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 603 p.
- Miara, M. D., Bendif, H., Ait Hammou, M., & Teixidor-Toneu, I. (2018). Ethnobotanical survey of medicinal plants used by nomadic peoples in the Algerian steppe. Journal of Ethnopharmacology, 219, 248–256. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.03.011
- Miara, M. D., Hammou, M. A., & Aoul, S. H. (2013). Phytothérapie et taxonomie des plantes médicinales spontanées dans la région de Tiaret (Algérie). Phytotherapie, 11(4), 206–218. https://doi.org/10.1007/s10298-013-0789-3

- Mohamed H.E.A., Shakeeb A., Ali T., et al., (2019). Biosynthesis of Silver Nanoparticles from Hyphaene Thebaica Fruits and Their (in Vitro) Pharmacognostic Potentiel. Materials Research Express. ; 6 (10) : 1050c9. doi.org/10.1088/2053-1591/ab4217.
- Mondino, B. J. Staphylococcus aureus. Investig. Ophthalmol. Vis. Sci. 38, (2016).
- Muhammad R., Sadaf I., Rafique M., et al., (2016). A Review on Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Applications. Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology An International Journal. ; 45(7) : 1272–1291.doi.org/10.1080/21691401.2016.1241792.

N

- Nature Publishing Group. (1918).
- Ncube N, Afolayan SAJ, Okoh AI (2008). Assessment techniques of antimicrobial propreties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. Afr. J.Biotechnol. 7(12):1797-1806. Nene Y ,thapilyal L (2002). Poisoned food technique of fungicides in plant disease control (3rdeds). Oxford and IBH publishing company, New Delhi.
- NELROY E. JACKSON, 1996, Chemical Control of Saltcedar (Tamarix ramosissima), Saltcedar Management Workshop, The Agricultural Group, Monsanto Company.

O

- Okoro, C. K. et al. Intracontinental spread of human invasive Salmonella Typhimurium pathovariants in sub-Saharan Africa. Nat. Genet. 44, 1215–1221 (2012).
- Ophélie Z., (2008). Etudes des interactions physicochimiques et biologiques entre des nanoparticules manufacturées et des bactéries de l'environnement. Thèse de doctorat en Physicochimie. L'université Paris VI - Pierre et Marie Curie, 330p.

- Orabi, M. A. A., Taniguchi, S., Terabayashi, S., & Hatano, T. (2011). Hydrolyzable tannins of tamaricaceous plants. IV: Micropropagation and ellagitannin production in shoot cultures of Tamarix tetrandra. Phytochemistry, 72(16), 1978–1989. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.07.011
- Otto, M. Staphylococcus epidermidis - The 'accidental' pathogen. Nat. Rev. Microbiol. 7, 555–567 (2009).

P

- P. Domingo, A. Fontanet, Management of complications associated with totally implantable ports in patients with AIDS, Aids Patient Care STDS 15 (2001) 7–13.
- Paris M et Hurbielle., 1986 : Abrégé de matière médicale. Tome1. Ed Masson – Paris, 256-266.
- Patry, M. (2012). MAXIME PATRY SYNTHÈSE ET CARACTÉRISATION D ' UN MIROIR LIQUIDE À BASE DE NANOPARTICULES D ' ARGENT Mémoire présenté à la.
- Pavlović, D. et al. Antimicrobial activity of selected plant species of genera Arbutus L., Bruckenthalia Rchb., Calluna salisb. and Erica L. (Ericaceae). Acta Fac. Medicae Naissensis 31, 81–85 (2014).
- Pillai U, Devasahayam J, Kurup AN, Lacasse A. Invasive Saccharomyces cerevisiae infection: a friend turning foe? Saudi J Kidney Dis Transpl. 2014 Nov;25(6):1266-9.
- Poulain, D. Candida albicans, plasticité et pathogénie. Rev. Francoph. des Lab. 2013, 37–46 (2013).
- Prateek M., Ramateke S., Jain N.K., (2017). Pharmaceutical aspects of silver nanoparticles. Artificial cells nanomedcine and biotechnology journal. ; doi.org/10.1080/21691401.2017.1414825
- Price, N. P., Rooney, A. P., Swezey, J. L., Perry, E., and Cohan, F. M. (2007). Mass spectrometric analysis of lipopeptides from Bacillus strains isolated from diverse geographical locations. FEMS Microbiol. Lett. 271, 83–89.doi: 10.1111/j.1574-6968.2007.00702.x

Q

- Quezel P., Santa S. (1962-1993). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Paris C.N.R.S 2: 1170p.
- Quézel, P et Santa, S. (1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques

R

- Rajeshkumar S., Bharath L.V., (2017). Mechanism of plant-mediated synthesis of silver nanoparticles – A review on biomolecules involved, characterisation and antibacterial activity. Chemico-Biological Interactions Journal. doi.org/10.1016/j.cbi.2017.06.019.
- Rameau.C ; Mansion.D ; Dume.G ; Gauberville.C., la taxonomie de Pistacia terebinthus , les plantes en algérie, 192(3)
- Randrianarivo, S. M. H., Rasolohery, C. A., Razafindrakoto, F. N. R., Randriamampionona, R. H., Soavina, S. A., Razafimaharavo, T. J. M., Andrianantenaina, R., Letsara, R., Robijaona, R. B., & Rafanomezantsoa, R. M. (n.d.). (2021). Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle des fruits de Melicope madagascariensis (RUTACEAE), une plante endémique de Madagascar.
- Rehman, S. U., Choe, K., & Yoo, H. H. (2016). Review on a traditional herbal medicine, eurycoma longifolia Jack (Tongkat Ali): Its traditional uses, chemistry, evidence-based pharmacology and toxicology. Molecules, 21(3). https://doi.org/10.3390/molecules21030331
- Reyes M., Benjamín O., Manuel C., et al., (2018). Antimicrobial Engineered Nanoparticles in the Built Cultural Heritage Context and Their Ecotoxicological Impact on Animals and Plants : A Brief Review. J. Heritage Science. ; 6 (1) : 52.doi.org/10.1186/s40494-018-0219-9.
- Risso A. (1844).- Flore de Nice et des principales plantes exotiques naturalisées dans ses environs.- Société Typographique, Nice, 588.
- Rooney, A. P., Price, N. P. J., Ehrhardt, C., Sewzey, J. L. & Bannan, J. D. Phylogeny and molecular taxonomy of the Bacillus subtilis species complex and

description of Bacillus subtilis subsp. inaquosorum subsp. nov. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 59, 2429–2436 (2009).

S

- S. Galdaneo, Influence des conditions de broyage sur la distribution de nanoparticules magnétiques (Fe, Co) dans une matrice de cuivre. Thèse de l'Université Paris 7. 2001(65) .
- Santino I, Alari A, Bono S, Teti E, Marangi M, Bernardini A, Magrini L, Di Somma S, Teggi A. Saccharomyces cerevisiae fungemia, a possible consequence of the treatment of Clostridium difficile colitis with a probioticum. Int J Immunopathol Pharmacol. 2014 Jan-Mar; 27(1): 143-6.
- Scherer R, Goboy HT (2009) Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. Food Chem 112: 654–8
- Sharifi-Rad M., Epifano F., Fiorito S and M.Álvarez-Suarez J.M.,2020-Phytochemical analysis and biological investigation of Nepeta juncea Benth diferent extracts.plants,9,646.
- Sharma, A., Shahzad, B., Rehman, A., Bhardwaj, R., Landi, M., & Zheng, B. (2019). Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. Molecules, 24(13), 1–22. https://doi.org/10.3390/molecules24132452
- Sharma, S.K., Parmar, V.S., 1998. Novel constituents of Tamarix species. J. Sci. Ind. Res. 57, 873–890.
- Singla, R. K., Dubey, A. K., Garg, A., Sharma, R. K., Fiorino, M., Ameen, S. M., Haddad, M. A., & Al-Hiary, M. (2019). Natural polyphenols: Chemical classification, definition of classes, subcategories, and structures. Journal of AOAC International, 102(5), 1397–1400. https://doi.org/10.5740/jaoacint.19-0133
- Soliman H., Elsayed A., et al., (2018). Antimicrobial activity of silver nanoparticles biosynthesised by Rhodotorula sp. strain ATL72. Egyptian Journal of Basic and Applied.

- Spencer, R. C. (2003). Bacillus anthracis. J. Clin. Pathol. 56, 182–187. doi: 10.1136/jcp.56.3.182
- Spinella, M. (2002). The importance of pharmacological synergy in psychoative herbal medicines.(Herbal synergy review). Altern. Med. Rev. 7, 130–137
- Stevens P.F. (2001). Angiosperm Phylogeny Website. In Version 7, May 2006.
- Stevens PF, Luteyn J, Olivier EGH, Bell TL, Brown EA, Crowden RK, et al. In : Kubitzki K, editor . Ericaeae, the families and genera of vascular Plants. Berlin : Springer-Verlag ; 2004
- Stojanovic, N., Veselinovic, M., Petrov, D., Petrovic, J., Tesic, M., & Lisica, A. (2019). The impact of plant cover and structure of roadside green spaces on microclimate in the urban environment. Feb-Fresenius Environmental Bulletin, 1, 7609.
- Su, Y., Liu, C., Fang, H. & Zhang, D. Bacillus subtilis: A universal cell factory for industry, agriculture, biomaterials and medicine. Microb. Cell Fact. 19, 1–12 (2020).
- Sudbery, P., Gow, N. & Berman, J. The distinct morphogenic states of Candida albicans. Trends Microbiol. 12, 317–324 (2004).

T

- Tassin C (2012). Paysages des végétaux du domaine méditerranéen. IRD.edition.
- Toma, C. et al. Multiplex PCR assay for identification of human diarrheagenic Escherichia coli. J. Clin. Microbiol. 41, 2669–2671 (2003).
- Topçu, G., Ay, M., Bilici, A., Sarikürkcü, C., Öztürk, M., & Ulubelen, A. (2007). A new flavone from antioxidant extracts of Pistacia terebinthus. Food Chemistry, 103(3), 816–822. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.028
- Tran Q., Nguyen V., et al., (2013). Silver nanoparticles: synthesis, properties, toxicology, applications and perspectives.doi.org/doi:10.1088/2043-6262/4/3/033001. Adv. Nat. Sci. : Nanosci. Nanotechnol journal. ;033001 :20.

U

- Upasani, S. V., Beldar, V. G., Tatiya, A. U., Upasani, M. S., Surana, S. J., & Patil, D. S. (2017). witch. Integrative Medicine Research, 6(2), 114–130. https://doi.org/10.1016/j.imr.2017.03.001

V

- van Vuuren, S., and Viljoen, A. (2011). Plant-based antimicrobial studies–methods and approaches to study the interaction between natural products. Planta Med. 77, 1168. doi: 10.1055/s-0030-1250736
- Vicario, E., Pitaval, M., & Fontaine, G. (n.d.). Microscopie électronique à balayage. 94, 25–27

W

- Waisel, Y, Eshel, A., and Kafkafi, U. 1996. Plant Roots: the hidden half. Marcel Dekker,Inc. New York, pp.
- wilgus, F. and K. L. Hamilton. 1962. Germination of saltcedar seed. Weeds pp:332-333.
- Wong, S. P., Leong, L. P., William-Koh, J. H., Antioxidant activities of extracts of selected plants, Food Chem, 99(2006) 775–783.

Y

- Yahia M., 1992 La Thérapeutique par les Plantes Communes en Algérie, Ain Taya, p59
- Yang Q. E. & Gaskin J. 2007: Tamarix Linnaeus. – Pp. 59–65 in: Wu Z. Y., Raven P. H. & Hong D. Y. (ed.), Flora of China 13. – Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- YAO, Kouamé Réné. Caractérisation phénotypiques et moléculaires de salmonella sp et Escherichia coli isolées chez les bovins dans le district d'Abidjan (côté d'Ivoire) : Impact biologiques de l'utilisation des antibiotiques.[en ligne] Thèse de doctorat en Biologie Fonctionnelle et Moléculaire.Université de Félix Houphouët-Boigny, 2019. 241p . Format PDF. Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel02405713/document > (Consulté le 26/03/2020).

- Yokoyama T, Basic properties and measuring methods of nanoparticles. In : Hosokawa M, Nogi K, Naito M, Yokoyama T (eds) Nanoparticle technology handbook. Elsevier, Amsterdam, pp 3–48, 2008(42) (43)

Z

- Zengin, G., Cvetanović, A., Gašić, U., Stupar, A., Bulut, G., Senkardes, I., Dogan, A., Seebaluck-Sandoram, R., Rengasamy, K. R. R., Sinan, K. I., & Mahomoodally, M. F. (2019). Chemical composition and bio-functional perspectives of Erica arborea L. extracts obtained by different extraction techniques: Innovative insights. Industrial Crops and Products, 142(May). https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111843
- Zhang X., Liu Z., Shen W., et al., 2016. Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications, and Therapeutic Approaches. Int. J. Mol. Sci. ; 17 : 1534 ; doi :10.3390/ijms17091534
- Zhao, G. R., Xiang, Z. J., Ye, T. X., & Yuan, Y. J. (2008). Antioxidant activities of Salvia miltiorrhiza and Panax notoginseng. Food Chemistry, 99(4), 767-774. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.07.009.
- Zohary M. 1972: Tamarix. – Pp. 351–364 in: Zohary M. (ed.), Flora palaestina . Jerusalem: Israel Academy of Sciences and Humanities.
- Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry, 55(6), 481-504.
- Hagerman, A. E., & Butler, L. G. (1989). The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. Journal of Biological Chemistry, 264(17), 9090-9095.
- Sharifi-Rad M., Epifano F., Fiorito S and M.Álvarez-Suarez J.M.,2020-Phytochemical analysis and biological investigation of Nepeta juncea Benth diferent extracts.plants,9,646.
- Brada, M., et al. (2007)."Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de Mentharotundifolia du Nord de l'Algérie." Biotechnologie, agronomie, société etenvironnement 11(1): 3-7.
- Green R.J. (2004). Antioxydant activity of peanut plant tissues. Master's thesis. Departement of food science. Faculty of north Carolina state university (USA).
- Ncube N, Afolayan SAJ, Okoh AI (2008). Assessment techniques of antimicrobial propreties of natural compounds of plant origin: current methods

and future trends. Afr. J.Biotechnol. 7(12):1797-1806. Nene Y ,thapilyal L (2002). Poisoned food technique of fungicides in plant disease control (3rdeds). Oxford and IBH publishing company, New Delhi.

- Benhammou N. (2006). Etude des activités antimicrobienne et antioxydant des huiles essentielles et des composés phénoliques de Pistacialentiscus, Pistaciaatlanticaetinulaviscosa de la région de Tlemcen. Magister en biologie, UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAJD, Tlemcen.112 p.
- Zhao, G. R., Xiang, Z. J., Ye, T. X., & Yuan, Y. J. (2008). Antioxidant activities of Salvia miltiorrhiza and Panax notoginseng. Food Chemistry, 99(4), 767-774. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.07.009.
- Lim HJ, Kunay B, Ruban F. Immunostimulatory activities of a steroidal saponin (DA-9801) from Dioscorea spp. through enhanced production of cytokines and immune cell proliferation. Int Immunopharmacol. 2014 Jul;20(1):94-9.
- Hemma Rym, Belhadj safia, OUAHCHIA celia and SAIDI fairouz. Revue Agrobilogia(2018) 8(1): 845-852.

- Flieger, Jolanta, and Michal Flieger. 2020. "And Goutweed (Aegopodium Podagraria L .)." Molecules 25: 2–17.

-BENROKIA , H., & AOUAR , K. (2015). Etude de l'activité Antibactérienne des extraits de Pistacia mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme de Master en Domaine Sciences de la Nature et de la Vie, Université Djilali Bounaama Khemis Miliana.

-Benhammou. (2008).). Effects of extraction solvents on phenolic content and antioxidant properties of Pistacia atlantica Desf fruits from algeria, Internatinal food research journal 23(3).

-BOUHBEL, I., & LAIB, H. (2019). Activités biologiques des extraits phénoliques des deux genres de Pistacia (Lentiscus L.et Atlantica Desf.) Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de Master, pécialité : Biotechnologie Végétale, Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF-Mila.

-Charrouf, & Guillaum. (1999). Ethnoeconomical, ethnomedical, and phytochemical study of Argania spinosa (L.) Skeels. Journal of Ethnopharmacology, 67 : 7–14

-Guendouze-Bouchefa N., Madani K., Chibane M., Boulekbache-Makhloufa L.,Hauchard D., Kiendrebeogod M., Stévigny C., Okusa P N., et Duez P. (2015).Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities of three Ericaceae from Algeria. Industrial Crops and Products. 70. 459–466

-Sebti, S. , Phan, J., Li, Z., Kasprzak, A., Li, B.,., Guida, W., ... & Chen, J. (2010). Structure-based design of high affinity peptides inhibiting the interaction of p53 with MDM2 and MDMX. Journal of Biological Chemistry, 285(3), 2174-2183.